

Université Claude Bernard



Lyon 1



# Tutorat Lyon Est

Unité d'Enseignement 5 :  
Embryologie

BANQUE DE QCM

**Fécondation**

CORRECTION

**Question 1 – Concernant la fécondation : BC**

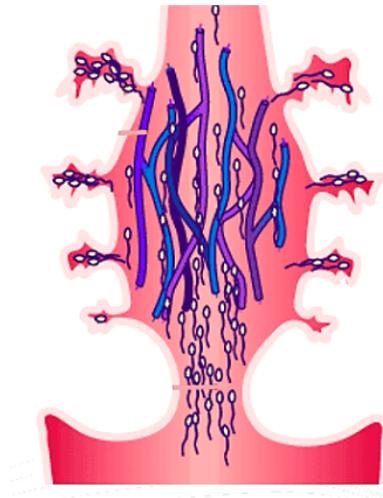
- A. L'ascension des spermatozoïdes commencent dans le canal vaginal.
- B. Seule une petite fraction parvient à franchir le canal cervical, pas plus de 1% des spermatozoïdes.
- C. Le canal cervical possède des cryptes glandulaires et un épithélium sécrétant du mucus ce qui fait de lui un réservoir à spermatozoïdes.
- D. Le mouvement hyperactivé et la réaction acrosomique sont réalisables uniquement si les spermatozoïdes sont décapacités.
- E. L'hyperactivation des spermatozoïdes est visible en microscopie optique car elle est irréversible.

**A FAUX** ATTENTION, piège très fréquent ! Les spermatozoïdes commencent leur ascension dans le canal CERVICAL, on a vu juste au-dessus qu'ils étaient dans un liquide protecteur durant toute la traversée du vagin et n'étaient libérés qu'à l'arrivée au col de l'utérus.

**B VRAI** Phrase très importante du cours. Le canal cervical constitue un élément du parcours des spermatozoïdes permettant une sélection drastique des spermatozoïdes qui accèderont à l'ovule.

Des 200 à 300 millions du départ, seulement 1% va réussir à franchir le canal cervical qui doit être traversé de manière ACTIVE.

**C VRAI** Le canal cervical possède pleins de petits renflements sur les côtés que l'on appelle des cryptes glandulaires Les spermatozoïdes vont pouvoir venir se mettre dedans et grâce aux conditions favorables ils peuvent y rester sans bouger pendant plusieurs jours.



**D FAUX** C'est le contraire, ils ne sont possibles que si les spz sont CAPACITÉS Le phénomène de décapacitation a lieu pendant le trajet épидидymaire où la membrane des gamètes absorbe des molécules stabilisatrices. La capacitation dans les voies génitales féminines va, à l'inverse, les rendre actifs.

**E FAUX** Archi faux ! Il est important de retenir que le mouvement hyperactivé est RÉVERSIBLE, ce qui veut dire que les spz peuvent revenir à un mouvement normal après. Mais par contre l'hyperactivation est bien visible en microscopie OPTIQUE (!\ aux petits pièges avec microscopie électronique) C'est le seul témoin visible de la capacitation.

### **Question 2 – Concernant la fécondation : E**

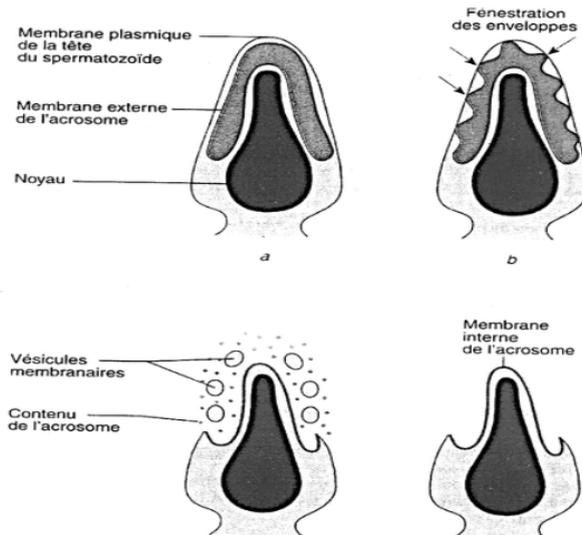
- A. Lors de la liaison à ZP3, la partie glucidique est relativement conservée entre les espèces tandis que la partie protéique est la partie variable entre les espèces.
- B. La réaction acrosomique correspond à la fusion de la membrane acrosomique externe avec la membrane acrosomique interne.
- C. La phospholipase zêta, à l'origine des oscillations calciques d'une fréquence de 5 à 10 minutes, vient de l'ovocyte.
- D. Le centriole distal du spermatozoïde évolue en spermaster et forme tous les microtubules de l'œuf.
- E. Lors de la réaction de capacitation, l'élimination du plasma séminal va permettre l'élimination de molécules inhibitrices par des enzymes de sécrétions utérines et tubaires.

**A FAUX** ATTENTION c'est un piège très fréquent !!! C'est la partie **protéique** (portée par les spz) qui est **CONSERVÉE** et la partie **glucidique** (qui est portée par l'OVOCYTE) qui est **VARIABLE**.

C'est cette liaison ligand-récepteur, d'une grande solidité, qui rend impossible la reproduction inter-espèces. Cette partie du cours est vraiment à savoir par cœur, elle tombe presque toujours au concours.

**B FAUX** ATTENTION de nouveau c'est un piège très fréquent !!! Même si cela paraît un peu contre-intuitif vu le nom de la réaction, la réaction acrosomique correspond bien à la **fusion** de la membrane PLASMIQUE avec la membrane acrosomique **EXTERNE**. Elle se fait grâce à des petites vésicules situées entre les 2 membranes et a pour but d'extérioriser la membrane acrosomique interne pour permettre la réaction à ZP2.

Il faut faire un schéma pour bien visualiser mais si vous avez bien compris la traversée de la ZP tout se suit de manière logique.



**C FAUX** Cette phospholipase zêta est apportée par le spz (elle est contenue dans son cytoplasme). Une fois dans l'ovocyte, elle va phosphoryler une molécule qui devient active et se fixe sur le REL, ce qui entraîne la libération de calcium. C'est ce système qui va permettre des oscillations calciques. Cela a été démontré par la méthode ICSI.

Concernant la durée, l'item était vrai. Chez l'homme, les oscillations calciques durent environ 2 heures avec une fréquence de 5 à 10 minutes (cette fréquence peut varier selon les espèces).

**D FAUX** Attention au piège ! C'est le centriole PROXIMAL qui va évoluer en spermastère et former tous les microtubules de l'œuf (pour rappel du cours de spermatogenèse, le centriole distal va participer à la formation de la flagelle).

**E VRAI** Pendant la migration cervicale on a l'élimination du plasma séminal qui servait de coque de protection contre le pH acide du vagin. Les molécules inhibitrices deviennent alors atteignables et sont éliminées par des enzymes au sein de la portion tubaire.

### **Question 3 – Concernant les anomalies de la fécondation : DE**

- Les aneuploïdies regroupent les trisomies et les monosomies. Comme les polyploïdies, toutes les paires de chromosomes sont touchées par un manque ou un ajout.
- Le génome 45, X0 et le génome 45, Y0 sont tous 2 viables.
- Le syndrome de Klinefelter, 47 XXY, peut être obtenu par une anomalie de la méiose 1 ou 2, chez le père ou chez la mère.
- Le développement parthénogénétique correspond à une activation spontanée de l'ovocyte sans intervention du spermatozoïde.
- Le tératome correspond au développement spontané de l'ovocyte non expulsé de son follicule.

**A FAUX** La première partie de l'item est juste, les aneuploïdies englobent bien les trisomies et les monosomies. MAIS la deuxième partie est fausse. À l'INVERSE des polyploïdies, **seul un chromosome est pathologique** par un manque ou un ajout (ex : cas de la trisomie 21 où seule la paire 21 a un exemplaire en plus). Alors que les polyploïdies correspondent à des génomes avec un nombre total de chromosomes bien supérieur à la normal (ex : 69, XXY).

**B FAUX** Le génome 45, Y0 ne peut pas être viable car le chromosome X porte des allèles nécessaires à la vie. Le génome 45, X0 est bien viable, il correspond au syndrome de Turner. Entraîne des anomalies au niveau des organes génitaux.

**C FAUX** ATTENTION piège assez fréquent : Il faut bien faire la distinction entre le syndrome de Klinefelter et de Turner.

Klinefelter = (47, XXY) peut être dû à une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère alors qu'il ne peut venir que d'une anomalie de méiose 1 chez le père (cf. le grand tableau dans le cours sur les anomalies de la méiose pour mieux comprendre).

Turner = (45, X0) peut être causé par une anomalie de la méiose 1 ou 2, chez le père ou chez la mère.

**D VRAI** Oui c'est la définition donnée par le professeur. Cet ovocyte n'est donc pas viable car le matériel génétique n'est pas suffisant pour la survie de l'œuf (il en manque la moitié).

**E VRAI** C'est bien la définition du tératome qui est un cas particulier de développement parthénogénétique.

## Concours blanc 2 – 2020/2021

### **Question 4 – Concernant la fécondation : ACD**

- A. Les mitochondries et le flagelle du spermatozoïde seront détruits.
- B. Le centriole distal du spermatozoïde évolue en spermaster et forme tous les microtubules de l'œuf.
- C. L'amphimixie est visible entre 15 et 24h après la rencontre des gamètes.
- D. La première division initiée dans le zygote a lieu environ 24h à 72h après la rencontre des gamètes.
- E. La syngamie correspond à une anomalie de la fécondation.

**A VRAI** Oui cela aura lieu lors de la formation des pronoyaux. Les mitochondries contenues dans le flagelle vont être détruites en même temps que la flagelle. C'est pour ça qu'on parle de transmission non mendélienne du génome mitochondrial. En effet, le zygote n'hérite que des mitochondries maternelles (étant en beaucoup plus grande quantité).

**B FAUX**, Attention au piège ! C'est le centriole PROXIMAL qui va évoluer en spermaste et former tous les microtubules de l'œuf (pour rappel du cours de spermatogenèse, le centriole distal va participer à la formation de la flagelle).

**C VRAI** Item de cours. Pour rappel, l'amphimixie correspond à l'accolement des pronoyaux.

**D VRAI** C'est bien ça, il y a d'abord une phase S au sein de chaque pronucléus pour passer à des structures à N,2C. Puis la première division va être initiée dans le zygote 24h après.

**E FAUX** Non pas du tout, attention à la lecture rapide. La syngamie correspond à la réunion des 2 génomes parentaux pendant la métaphase de la première mitose du zygote.

### **Question 5– Concernant les anomalies de la fécondation : D**

- A. Les aneuploïdies regroupent les trisomies et les monosomies. Comme les polyplœidies, toutes les paires de chromosomes sont touchées par un manque ou un ajout.
- B. Le génome 45, X0 et le génome 45, Y0 sont tous deux viables.
- C. Le syndrome de Klinefelter, 47 XXY, peut être obtenu par une anomalie de la méiose 1 ou 2, chez le père ou chez la mère.
- D. Le développement parthénogénétique correspond à une activation spontanée de l'ovocyte sans intervention du spermatozoïde.
- E. Le tératome correspond au développement spontané de l'ovocyte non expulsé de son follicule.

**A FAUX** La première partie de l'item est juste, les aneuploïdies englobent bien les trisomies et les monosomies. MAIS la deuxième partie est fautive, à l'INVERSE des polyplœidies, **seul un chromosome est pathologique** par un manque ou un ajout (ex : cas de la trisomie 21 où seule la paire 21 a un exemplaire en plus). Alors que les polyplœidies correspondent à des génomes avec un nombre total de chromosomes bien supérieur à la normale (ex : 69, XXY).

**B FAUX** Le génome 45, Y0 ne peut pas être viable car le chromosome X porte des allèles nécessaires à la vie. Le génome 45, X0 est bien viable, il correspond au syndrome de Turner entraîne des anomalies au niveau des organes génitaux.

**C FAUX** ATTENTION piège assez fréquent : il faut bien faire la distinction entre le syndrome de Klinefelter et de Turner.

Klinefelter = (47, XXY) peut être due à une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère alors qu'il ne peut venir que d'une anomalie de méiose 1 chez le père (cf. le grand tableau dans le cours sur les anomalies de la méiose pour mieux comprendre).

Turner = (45, X0) peut être causé par une anomalie de la méiose 1 ou 2, chez le père ou chez la mère.

**D VRAI** Oui c'est la définition donnée par le professeur. Cet ovocyte n'est donc pas viable car le matériel génétique n'est pas suffisant pour la survie de l'œuf (il en manque la moitié).

**E FAUX** C'est bien la définition du tératome qui est un cas particulier de développement parthénogénétique mais il n'est PAS cancérigène.

### Concours blanc 1 – 2020/2021

#### **Question 6 – Concernant la traversée de la zone pellucide : CD**

- A. Lors de la liaison à ZP3, la partie glucidique est relativement conservée entre les espèces tandis que la partie protéique est la partie variable entre les espèces.
- B. La réaction acrosomique correspond à la fusion de la membrane acrosomique externe avec la membrane acrosomique interne.
- C. La traversée de la zone pellucide dure entre 20 et 30 min.
- D. Le mouvement hyperactivé est indispensable à la traversée.
- E. Lors de la réaction acrosomique des enzymes sont libérées, elles sont indispensables à la traversée de la zone pellucide.

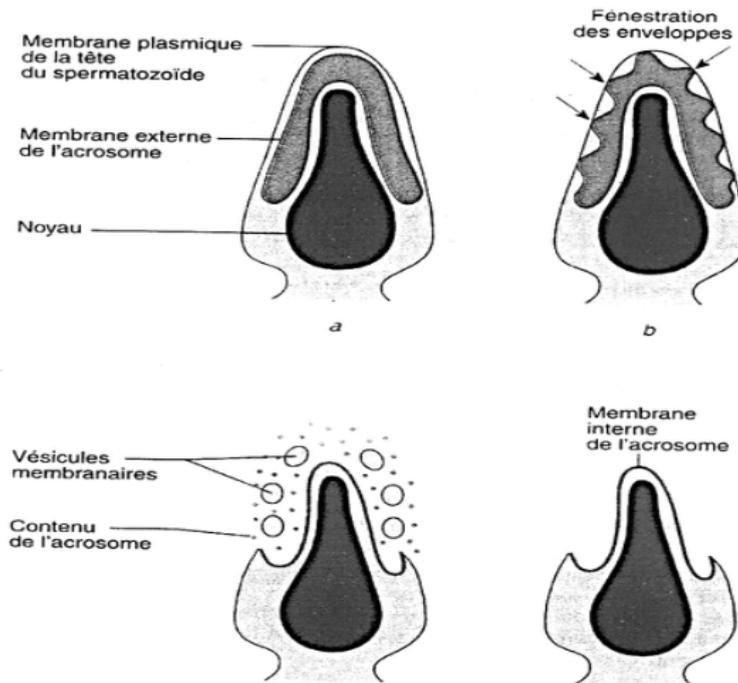
**A FAUX** ATTENTION c'est un piège très fréquent au concours !!! C'est la partie **protéique** (portée par les SPZ) qui est **CONSERVÉE** et la partie **glucidique** (qui est portée par l'OVOCYTE) qui est **VARIABLE**.

C'est cette liaison ligand-récepteur d'une grande solidité qui rend impossible la reproduction inter-espèces.

Cette partie du cours est vraiment à savoir par cœur, elle tombe presque toujours au concours.

**B FAUX** ATTENTION de nouveau c'est un piège très fréquent au concours !!! Même si cela paraît un peu contre-intuitif vu le nom de la réaction, la réaction acrosomique correspond bien à la fusion de la membrane PLASMIQUE avec la membrane acrosomique EXTERNE. Elle se fait grâce à des petites vésicules situées entre les 2 membranes et a pour but d'extérioriser la membrane acrosomique interne pour permettre la réaction à ZP2.

Il faut faire un schéma pour bien visualiser mais si vous avez bien compris la traversée de la ZP tout se suit de manière logique.



**C VRAI** Item de cours, la ZP mesure 20 micromètres et elle est traversée en 20 à 30 minutes. Sa traversée se fait de manière active.

**D VRAI** Sa traversée se fait de manière active, le mouvement hyperactivé est donc nécessaire.

**E FAUX** ATTENTION piège fréquent ! En effet des enzymes vont bien être libérées lors de la réaction et elles vont faciliter la traversée MAIS elles ne sont pas du tout indispensables (rôle facilitant ≠ rôle fondamental). Le seul élément nécessaire à la traversée de la ZP est le mouvement hyperactivé.

Comme vous l'aurez compris, tout le paragraphe sur la traversée de la zone pellucide est vraiment à **connaître par cœur**, il tombe toujours au concours ! Il peut paraître dur au début mais essayez d'abord de comprendre tout le processus, tout se suit. Vous retiendrez plus facilement après, et n'hésitez pas à vous faire des schémas !

### **Question 7 – Concernant la fécondation : CE**

- La fusion du spermatozoïde avec l'ovocyte commence par la région post-acrosomique et se poursuit de manière tangentielle avec le flagelle mais elle ne concerne pas le spermatozoïde in toto.
- La phospholipase zêta à l'origine des oscillations calciques vient de l'ovocyte.
- Les oscillations calciques durent environ 2 heures avec une fréquence de 5 à 10 minutes.
- La réaction corticale a lieu avant le déclenchement de la fusion pour être sûr d'éviter la polyspermie.

- E. La formation des pronoyaux a lieu en 6 à 7 heures. Ce sont des éléments tardifs de l'activation de l'œuf qui vont nécessiter beaucoup d'oscillations calciques.

**A FAUX** Attention aux items qui sont longs, il faut bien les lire jusqu'au bout ! Ici toute la première partie de l'item est vraie : la pénétration du spz se fait bien de manière tangentielle par rapport à la membrane ovocytaire. Elle commence par la région post-acrosomique (où a eu lieu la liaison) puis continue par le flagelle. MAIS ce phénomène de fusion membranaire concerne bien **le spz in toto** = tout le spz rentre dans l'ovocyte, aucune partie ne reste dehors.

**B FAUX** Cette phospholipase zêta est apportée par le spz (elle est contenue dans son cytoplasme). Une fois dans l'ovocyte, elle va phosphoryler une molécule qui devient active et se fixe sur le REL ce qui entraîne la libération de calcium. C'est ce système qui va permettre des oscillations calciques. Cela a été démontré par la méthode ICSI.

**C VRAI** C'est bien les durées chez l'homme indiquées dans le cours. On peut avoir des variations de durées et d'amplitudes selon les espèces. Si ce système est perturbé cela peut engendrer des perturbations embryonnaires.

**D FAUX** Attention, cet item est bien faux. La réaction corticale consiste à l'expulsion des granules corticaux dans l'espace péri-vitellin. Son but est bien d'imperméabiliser la ZP pour éviter la polyspermie qui pourrait être délétère. MAIS elle a lieu juste après le déclenchement de la fusion. Elle est considérée comme un phénomène précoce mais elle est déclenchée par la fusion elle ne peut donc pas avoir lieu avant (en plus, si elle avait lieu avant, la fécondation ne serait pas du tout possible).

**E VRAI** Tout est vrai c'est un item de cours, les différentes étapes qui vont conduire à la formation des pronoyaux pour le pronucléus mâle et femelle vont prendre entre 6 et 7h. Ils ont donc lieu bien après la réaction corticale qui elle, est très précoce. Ils ont aussi besoin de plus d'oscillations calciques.

## Épreuve majeure 2 – 2020/2021

### **Question 8 – Concernant fécondation : ABE**

- A. La glaire cervicale est sécrétée sous l'effet de l'oestradiol quelques jours avant l'ovulation. L'oestradiol va éclaircir ce mucus ce qui va permettre le passage des spermatozoïdes.
- B. Les spermatozoïdes s'extirpent par vagues d'une dizaine, successives de la jonction utéro-tubaire grâce au mouvement hyperactif.
- C. La réaction acrosomique est réversible.
- D. La liaison du spermatozoïde à ZP2 se réalise via des récepteurs situés sur la membrane plasmique interne.

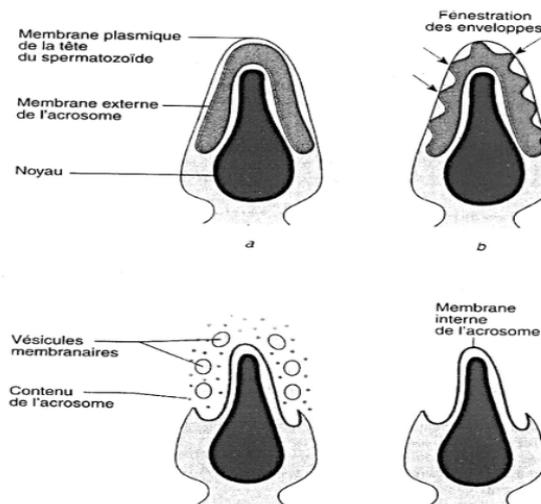
- E. La fusion des membranes du spermatozoïde et de l'ovocyte va être permise par l'action d'un peptide de fusion qui agit suite à la liaison entre une disintégrine du spermatozoïde et une intégrine de l'ovocyte.

**A VRAI** Tout est juste : la glaire cervicale commence à être sécrétée quelques jours avant l'ovulation et c'est l'oestradiol qui va permettre à la fois d'induire sa sécrétion mais aussi de l'éclaircir pour la rendre moins épaisse ce qui facilite le passage des spz. À l'inverse, dans la 2<sup>ème</sup> phase du cycle, la progestérone va rendre cette glaire imperméable pour empêcher les spz de passer.

**B VRAI** Item de cours, tout est juste.

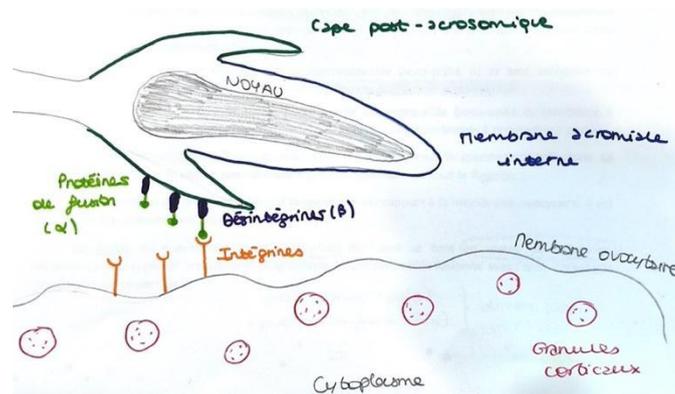
**C FAUX** /!\ Item archi FAUX (et qui tombe souvent au concours). La réaction acrosomique est une réaction IRRÉVERSIBLE. Elle correspond à la fusion et donc la disparition de 2 membranes, ces membranes ne peuvent pas se recréer.

**D FAUX** Attention à la lecture trop rapide, ici le piège était de confondre membrane plasmique et membrane acrosomique interne. La réaction acrosomique a conduit à la fusion des membranes plasmique et acrosomique externe. La liaison à ZP2 va donc se faire via des récepteurs sur la membrane ACROSOMIQUE INTERNE.



**E VRAI** L'item est vrai. Il se réfère à la fusion liée aux réactions entre la cape post-acrosomique du spz et la membrane plasmique de l'ovocyte. Il y a dans l'ordre :

1. Liaison entre une disintégrine du spz et une intégrine de l'ovocyte (les disintégrines ont été démasquées par la réaction acrosomique) ;
2. Puis action d'un peptide de fusion porté par le spz ;
3. Le phénomène de fusion membranaire se fait ensuite de manière tangentielle en commençant par la cape post-acrosomique jusqu'au bout de la flagelle (car cette fusion concerne le spz en entier).



### Question 9 – Concernant les anomalies de la fécondation : CD

- A. Le cas le plus fréquent de trisomie est la triploïdie obtenue par diandrie.
- B. Le syndrome de Turner, de formule chromosomique 45, X0 peut être causé exclusivement par une anomalie de la méiose 1 ou 2 chez la mère, ou de la méiose 1 chez le père.
- C. Une cellule de formule chromosomique 47, XXX peut être obtenue suite à une non-disjonction en méiose I féminine.
- D. Une cellule de formule chromosomique 47, XXY peut être obtenue suite à une non-disjonction en méiose I masculine ou en méiose I féminine.
- E. La trisomie 21 est toujours une anomalie mosaïque.

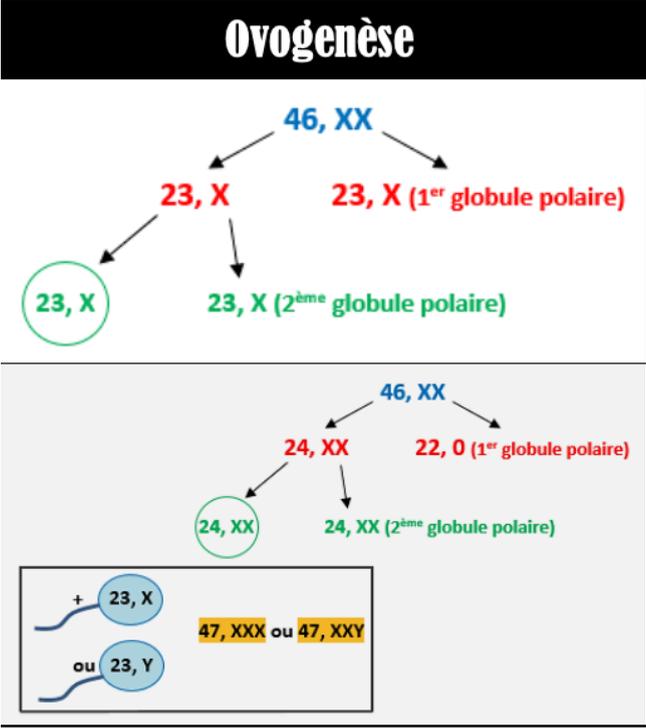
**A FAUX** Attention à ne pas confondre les différents termes autour des anomalies !

La **trisomie** correspond à un chromosome en plus **pour une paire seulement** (ex de la trisomie 21 où seule la paire 21 a un chromosome en excès). Ici on parle de **triploïdie** c'est-à-dire que toutes les paires ont un chromosome en plus, la formule 23, X ou 23, Y a été multipliée par 3 ce qui donne des formules comme 69,XXX ou 69,XXY etc ... **Donc la triploïdie est une POLYPLOÏDIE.**

Le reste de l'item est juste, le cas le plus fréquent de polyplôïdie est bien la triploïdie obtenue par diandrie, ce qui correspond à une fécondation de l'ovocyte par 2 spz simultanément.

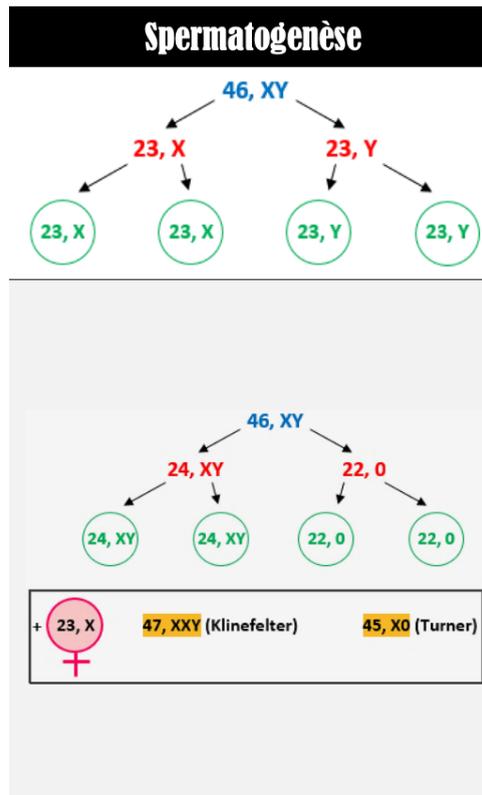
**B FAUX** Le début de l'item est juste, la formule chromosomique du syndrome de Turner est bien 45, X0 (il manque un chromosome sexuel). Par contre le reste correspond au syndrome de Klinefelter, le syndrome de Turner peut être dû à une anomalie de la méiose 1 ou 2 chez la mère ET chez le père. Il est important de connaître ces 2 syndromes, ils tombent souvent aux annales !

**C VRAI** Ces items sont assez récurrents, ils ne sont pas toujours évidents mais si on prend le temps de faire un petit schéma tout devient plus clair !



On voit bien ici, qu'une non-disjonction en méiose I peut amener à une cellule 47, XXX.

**D VRAI** Ne vous inquiétez pas, avec un peu d'entraînement vous allez tous devenir des rois/reines de ces items !



On a vu à la question juste au-dessus qu'à la suite d'une non-disjonction en méiose I chez la femme, on pouvait avoir une cellule 47, XXX mais aussi une cellule 47, XXY. On peut voir sur le schéma ci-dessus qu'une non-disjonction en méiose I masculine peut aussi donner un 47, XXY.

Petit rappel ☺ ici vous pouviez répondre à cette question encore plus rapidement, il suffisait de reconnaître la formule chromosomique **du syndrome de Klinefelter**, et celui-ci peut être obtenu suite à une anomalie de disjonction en méiose I ou II chez la mère et seulement en méiose I chez la mère.

**E FAUX** La trisomie 21 (comme toutes les trisomies ou les monosomies) est une anomalie HOMOGENÈME.

Attention, il peut exister une exception si jamais elle concerne les divisions du zygote, elles seront alors mosaïques (mais rare ++).

Pour rappel :

- Une **anomalie homogène** correspond aux anomalies chromosomiques de la fécondation, toutes les cellules de l'embryon seront anormales. L'anomalie est portée par la première cellule qui va ensuite donner toutes les autres cellules de l'organisme par divisions successives.
- Une **anomalie mosaïque** correspond aux anomalies chromosomiques au cours des mitoses de segmentation. On parle alors d'embryon mosaïque, c'est-à-dire que seules certaines lignées cellulaires vont porter l'anomalie donc l'embryon aura des cellules normales et des cellules anormales.
-

## Épreuve majeure 1 – 2020/2021

### **Question 10 – Concernant la fécondation : CD**

- A. La fécondation correspond à la fusion des gamètes diploïdes pour constituer un œuf fécondé ou zygote haploïde.
- B. Le chemin emprunté par l'ovocyte est relativement faible et son transport se fait de manière active.
- C. 200 à 300 millions de spermatozoïdes vont être déposés dans les voies génitales féminines au moment de l'insémination.
- D. Lors de l'insémination, les spermatozoïdes sont associés au liquide séminal qui va coaguler pour assurer une protection contre le pH acide du vagin.
- E. L'ascension des spermatozoïdes commencent dans le canal vaginal.

**A FAUX** /!\ C'est l'inverse : les gamètes sont **HAPLOÏDES**. Après la méiose, il ne possède qu'un seul chromosome de chaque paire ( $n = 23$ ), alors que le zygote est diploïde, il possède pour chaque paire un chromosome de la mère et un chromosome du père ( $n = 46$ ).

**B FAUX** La première partie de l'item est juste, en effet il ne parcourt que très peu de distance (sort juste de l'ovaire pour aller dans l'ampoule où aura lieu la fécondation. Mais ce trajet se fait de manière **PASSIVE**, via les cils et le courant péritonéal. Seul le déplacement des spermatozoïdes se fait de manière active.

**C VRAI** Phrase du cours : un éjaculat moyen contient bien entre 200 et 300 millions de spermatozoïdes.

**D VRAI** Sans cette protection les spermatozoïdes seraient tous détruits dans le vagin, car il a un pH très acide (entre 4 et 5). Ce liquide va se liquéfier après pour libérer les spermatozoïdes une fois le vagin traversé.

**E FAUX** ATTENTION, piège très fréquent ! Les spermatozoïdes commencent leur ascension dans le canal **cervical**, on a vu, juste au-dessus, qu'ils étaient dans un liquide protecteur durant toute la traversée du vagin et n'étaient libérés qu'à l'arrivée au col de l'utérus.

### **Question 11 – Concernant la fécondation : BCDE**

- A. En phase lutéale, la glaire cervicale s'épaissit et s'imperméabilise sous l'effet des œstrogènes.
- B. Le mucus cervical est un gel constitué de glycoprotéines et de 95% d'eau.
- C. Seule une petite fraction parvient à franchir le canal cervical, moins de 1% des spermatozoïdes.
- D. Le canal cervical possède des cryptes glandulaires et un épithélium sécrétant du mucus ce qui fait de lui un réservoir à spermatozoïdes.

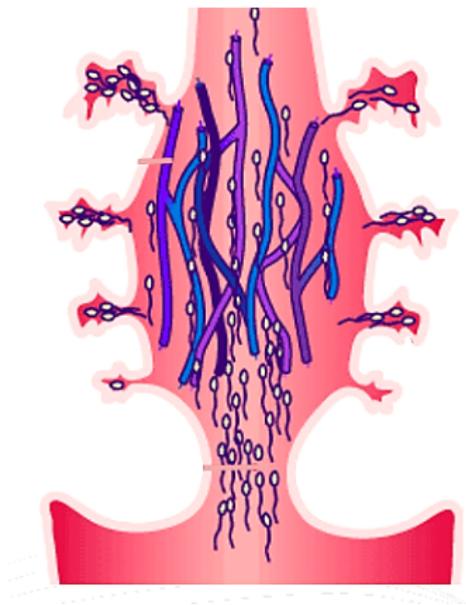
E. Grâce au pH légèrement alcalin du canal cervical, les spermatozoïdes peuvent y survivre plusieurs jours.

**A FAUX** Même si les œstrogènes sont en concentration élevée pendant la phase lutéale c'est la **PROGESTÉRONE** qui est responsable de l'imperméabilisation de la glaire cervicale. Cela permet d'éviter une fécondation tardive. La progestérone est sécrétée par le corps jaune.

**B VRAI** Oui même si on parle de « liquide cervical » (le professeur nous a expliqué que le terme liquide cervical n'était plus très utilisé, on parle maintenant de **mucus** cervical), on peut quand même le qualifier de gel, dû à la présence des glycoprotéines. Toutefois le composant majoritaire reste bien l'eau.

**C VRAI** Phrase très importante du cours. **Le canal cervical** constitue un élément du parcours des spermatozoïdes permettant une sélection drastique des spermatozoïdes qui accéderont à l'ovule. À partir des 200 à 300 millions du départ, seulement 1% va réussir à franchir le canal cervical qui doit être traversé de manière **ACTIVE**.

**D VRAI** Le canal cervical possède pleins de petits renflements sur les côtés qu'on appelle des cryptes glandulaires. Les spermatozoïdes vont pouvoir venir se mettre dedans et grâce aux conditions favorables ils peuvent y rester sans bouger pendant plusieurs jours.



**E VRAI** Oui grâce au mucus et à la nature basique (7,5 et 8) du pH, les spermatozoïdes peuvent bien y survivre **plusieurs jours entiers**. Cela explique qu'un rapport sexuel qui a lieu au 10<sup>ème</sup> jour du cycle menstruel peut être fécondant. Normalement ça ne devrait pas être le cas, car on est encore dans la

phase folliculaire, mais après être resté plusieurs jours dans les cryptes glandulaires un spermatozoïde peut sortir pour faire son ascension au 14<sup>ème</sup> jour et aboutir à une fécondation.

### **Question 12 – Concernant la capacitation : BCD**

- A. Le mouvement hyperactivé et la réaction acrosomique sont réalisables uniquement si les spermatozoïdes sont décapacités.
- B. Le cholestérol est un facteur de rigidité des membranes.
- C. Les conséquences de la capacitation sont l'hyperactivation des spermatozoïdes et la capacité à déclencher la réaction acrosomique.
- D. Lors de la réaction de capacitation, il y a élimination de molécules inhibitrices par des enzymes de sécrétions utérines et tubaires.
- E. L'hyperactivation des spermatozoïdes est visible microscopie optique car elle est irréversible.

**A FAUX** C'est le contraire, ils ne sont possibles que si les spz sont CAPACITÉS. Le phénomène de décapacitation a lieu pendant **le trajet épидидymaire** où la membrane des gamètes absorbe des molécules stabilisatrices. La capacitation dans les voies génitales féminines va, à l'inverse, les rendre actifs.

**B VRAI** Lors de l'étape de capacitation, il va y avoir une fluidification et une déstabilisation de la membrane du spz. Pour cela on va donc enlever le cholestérol pour le remplacer par de l'albumine. Le cholestérol est bien considéré comme un facteur de rigidité de la membrane ce qui rendrait la capacité à déclencher la réaction acrosomique plus dur.

**C VRAI** Item de cours à connaître par cœur ++ ! Ce sont bien les 2 conséquences de la capacitation. Elles rendent la fécondation possible.

Pour rappel : l'hyperactivation des spz consiste à **modifier leur mouvement** pour se déplacer ce qui permet au spz de traverser la jonction utéro-tubaire et la zone pellucide.

La capacité à réaliser la réaction acrosomique va permettre la fusion de 2 membranes du spz pour continuer à traverser la ZP (cf. le cours pour plus de détails).

**D VRAI** Pendant la migration cervicale on a l'élimination de molécules inhibitrices par des enzymes au sein de la portion tubaire.

**E FAUX** Il est important de retenir que le mouvement hyperactivé est **RÉVERSIBLE**, ce qui veut dire que les spz peuvent revenir à un mouvement normal après. Mais par contre l'hyperactivation est bien visible en **microscopie OPTIQUE** (/!\ aux petits pièges avec microscopie électronique) c'est le seul témoin visible de la capacitation.

### **Question 13 Concernant la fécondation : ABCE**

- A. Le lieu de la fécondation est l'ampoule tubaire. Le complexe cumulo-ovocytaire y est bloqué par les franges de l'épithélium.
- B. La survie de l'ovocyte dans les voies génitales ne dépasse pas 24 heures.
- C. Les 2 barrières entre la rencontre totale des gamètes mâle et femelle sont le cumulus oophorus et la zone pellucide.
- D. La pénétration des spermatozoïdes dans le massif des cellules du cumulus oophorus se fait au temps 10 heures de la fécondation.
- E. La zone pellucide est composée d'une matrice extracellulaire et de glycoprotéines.

**A VRAI** En effet l'ovocyte va être transporté pour faciliter la rencontre avec le spz. Le complexe est d'abord capté par le pavillon de la trompe lors de l'ovulation. Puis l'ovocyte va migrer jusqu'au tiers distal de la trompe, ce qui correspond à l'ampoule tubaire. L'épithélium tubaire contient de grandes franges créant comme un labyrinthe dans la trompe. Ces franges vont permettre de bloquer l'ovocyte pour que celui-ci ne bouge pas en attendant les spz.

**B VRAI** Oui c'est bien ça. À ne pas confondre avec la survie des spz qui est de quelques jours.

**C VRAI** Le cumulus oophorus est bien une barrière. Même s'il ne nécessite pas d'enzymes pour être traversé il doit être suffisamment lâche (grâce à l'acide hyaluronique sécrété par les cellules folliculeuses) et fait bien écran à la rencontre à proprement parler des 2 gamètes. C'est aussi le cas de la ZP. La membrane ovocytaire sépare aussi l'ovocyte du spermatozoïde mais on ne la compte pas dans cet item car elle fait partie à part entière de la rencontre entre ovocyte et spz. Quand leurs membranes plasmiques respectives fusionnent, c'est le début de la fécondation.

**D FAUX** Il se fait au **TEMPS ZÉRO** de la fécondation. C'est-à-dire qu'on considère que la fécondation a commencé quand les spz commencent à pénétrer dans le cumulus oophorus.

**E VRAI** La MEC de la ZP contient majoritairement de l'acide hyaluronique. Elle contient aussi de nombreuses glycoprotéines. Sa structure est une sorte de ruban moléculaire avec l'alternance de ZP2 et ZP3 qui ont des rameaux glucidiques et qui sont reliés par des ZP, qui correspond à une chaîne peptidique.

### Concours blanc 3 – 2019/2020

#### **Question 14 – Concernant la fécondation : BC**

- A. Seulement 1 % des spermatozoïdes franchissent le canal vaginal.
- B. La réaction acrosomique est irréversible.
- C. La zone pellucide est composée d'une matrice extracellulaire et de glycoprotéines.
- D. La réaction acrosomique correspond à la fusion de la membrane acrosomique externe avec la membrane acrosomique interne.

E. L'acrosine, libérée pendant la réaction acrosomique, est une enzyme indispensable à la traversée de la zone pellucide.

**A FAUX** Seulement 1 % des spermatozoïdes franchissent le canal **cervical**.

**B VRAI**

**C VRAI**

**D FAUX** La réaction acrosomique correspond à la fusion de la **membrane plasmique** du spermatozoïde avec la **membrane acrosomique externe**.

**E FAUX** L'acrosine n'est **pas indispensable** à la traversée de la zone pellucide, elle a juste un **rôle facilitant**.

### **Question 15 – Concernant la fécondation : AC**

- A. La fusion se fait par la liaison entre une disintégrine du spermatozoïde et une intégrine de l'ovocyte.
- B. La formation des pronoyaux est la première manifestation visible de l'activation de l'œuf.
- C. La formation des pronoyaux se réalise en 6 à 7h.
- D. La zone pellucide a une épaisseur de 200 µm.
- E. Le mouvement hyperactivé n'est pas visible en microscopie.

**A VRAI**

**B FAUX** C'est la réaction corticale qui est la première manifestation visible de l'activation de l'œuf.

**C VRAI**

**D FAUX** Elle a une épaisseur de **20 µm**.

**E FAUX** Il est visible en microscopie optique.

### **Question 16 – Concernant les anomalies de la fécondation : D**

- A. La fécondation par 2 spermatozoïdes simultanément est un cas fréquent.
- B. Une digynie ne peut avoir comme formule chromosomique que 69, XXX.
- C. La trisomie n'est pas une anomalie homogène car elle ne touche qu'un seul chromosome.
- D. Une anomalie de méiose 2 chez le père peut amener à un syndrome de Turner.
- E. Une diandrie est une polyploïdie qui ne peut être due qu'à un problème d'origine paternelle.

**A FAUX** C'est un cas **très rare**.

**B FAUX** Elle peut aussi avoir comme formule chromosomique 69, XXY.

**C FAUX** La trisomie ne touche qu'un seul chromosome, mais cette anomalie est retrouvée dans toutes les cellules : elle est donc homogène.

**D VRAI**

## **Concours blanc 2– 2019/2020**

**E FAUX** La diandrie peut être due à une réaction corticale défectueuse (entre autres) : il s'agit donc d'une cause maternelle.

### **Question 17 – Concernant la fécondation : ACE**

- A. En phase lutéale, sous l'effet de la progestérone, la glaire cervicale s'épaissit.
- B. Les cryptes glandulaires du canal cervical possèdent un pH acide.
- C. La jonction utéro-tubaire et le canal cervical sont des zones de stockage des spermatozoïdes.
- D. Le mouvement hyperactivé et la réaction acrosomique peuvent se réaliser même si le spermatozoïde n'est pas capacité.
- E. Les franges de l'épithélium tubaire permettent de capter l'ovocyte et son cumulus oophorus.

A VRAI

B FAUX Elles possèdent un pH basique : elles servent de réservoirs.

C VRAI

D FAUX Le mouvement hyperactivé et la réaction acrosomique ne sont réalisables que si la capacitation a eu lieu.

E VRAI

### **Question 18 – Concernant la fécondation : BE**

- A. Le spermatozoïde rencontre d'abord la zone pellucide puis le cumulus oophorus.
- B. Les rameaux glucidiques sont portés par la zone pellucide de l'ovocyte.
- C. La liaison à ZP2 est indépendante de la réalisation de la réaction acrosomique.
- D. La fusion commence par la région acrosomique puis se poursuit sur tout le flagelle.
- E. La première division de l'œuf est précédée d'une phase S au sein de chaque pronucléus, ce qui permet d'obtenir des structures [N,2C]

A FAUX C'est l'inverse, le spermatozoïde rencontre d'abord le cumulus oophorus puis la zone pellucide.

B VRAI C'est donc l'ovocyte qui est responsable de la spécificité d'espèce.

C FAUX La liaison à ZP2 nécessite que la réaction acrosomique ait eu lieu préalablement.

D FAUX La fusion commence au niveau de la région **post**-acrosomique.

E VRAI

### **Question 19 – Concernant les anomalies de la fécondation : CD**

- A. La digynie est une euploïdie qui est causée par la non-expulsion du premier ou du deuxième globule polaire.
- B. Le syndrome de Turner (45, X0) est uniquement causé par une anomalie de la méiose féminine.
- C. Les polyploïdies sont des anomalies homogènes.
- D. Chez l'Homme il existe un cas particulier de développement parthénogénétique : le tératome ovarien.
- E. Le syndrome de Klinefelter (47, XXY) aboutit à une femme stérile.

A FAUX La digynie est une **AN**euploïdie (=nombre anormal de chromosomes)

**B FAUX** Il peut aussi être est la conséquence d'une anomalie de la méiose masculine.

**C VRAI**

**D VRAI**

**E FAUX** Le syndrome de Klinefelter aboutit à un **homme** stérile (Attention : présence du chromosome Y => différenciation masculine)

## Concours blanc 1– 2019/2020

### **Question 20 – Concernant la fécondation : BE**

- A.** La glaire cervicale devient perméable grâce à la sécrétion d'œstradiol et de progestérone.
- B.** Moins de 1% des spermatozoïdes franchissent le canal cervical.
- C.** Le canal vaginal est un réservoir de spermatozoïdes grâce à son pH alcalin.
- D.** L'ovocyte sécrète des substances attractives qui permettent au spermatozoïde d'arriver dans la bonne trompe.
- E.** L'élimination du plasma séminal est une des étapes de la capacitation des spermatozoïdes.

**A FAUX** La glaire cervicale devient effectivement perméable grâce à la sécrétion d'œstradiol. Cependant, la progestérone rend la glaire imperméable.

**B VRAI**

**C FAUX** Le canal **vaginal** est à un pH acide et il détruit les spermatozoïdes.

**Attention !** Il ne faut pas le confondre avec le canal cervical qui lui est à pH basique et qui est un réservoir de spermatozoïdes.

**D FAUX** L'ovocyte ne sécrète aucune substance attractive. Les spermatozoïdes se rendent dans les deux trompes de manière totalement aléatoire.

**E VRAI**

### **Question 21 – Concernant l'interaction gamétique et ses conséquences : ACD**

- A.** La pénétration des spermatozoïdes dans le *cumulus oophorus* peut se faire rapidement après l'ovulation.
- B.** L'acrosine, qui est libérée au cours de la réaction acrosomique, est une enzyme indispensable pour la traversée de la zone pellucide.
- C.** La fusion du spermatozoïde et de l'ovocyte débute au niveau de la cape post-acrosomique du spermatozoïde.
- D.** L'imperméabilisation de la zone pellucide est permise par l'expulsion des granules corticaux dans l'espace péri-vitellin.
- E.** La réaction corticale et la formation des pronoyaux sont des événements précoces qui ne nécessitent que quelques oscillations calciques.

**A VRAI**

**B FAUX** L'acrosine est bien libérée au cours de la réaction acrosomique, mais c'est une enzyme qui **facilite** (c'est-à-dire qui accélère) la traversée de la zone pellucide. **L'acrosine n'est pas indispensable**, même si elle est absente, le spermatozoïde peut traverser la zone pellucide.

C VRAI

D VRAI Cela permet d'éviter la polyspermie

E FAUX La réaction corticale est bien un événement précoce qui ne nécessite que quelques oscillations calciques. En revanche, la formation des pronoyaux est un événement tardif qui requiert plus d'oscillations calciques que la réaction corticale.

### **Question 22 – Concernant les anomalies de la fécondation : BD**

- A. Une diandrie ne peut pas être de formule chromosomique 69(XXX).
- B. Le syndrome de Turner 45(X0) peut être causé par une anomalie soit de méiose I ou II chez la mère, soit de méiose I ou II chez le père.
- C. L'arrivée simultanée de deux spermatozoïdes dans l'espace péri-vitellin est un phénomène fréquent qui peut être à l'origine d'une diandrie.
- D. Si l'anomalie est portée par un des gamètes, alors toutes les cellules de l'embryon vont porter cette anomalie.
- E. La trisomie 21 est une polyploïdie.

A FAUX Une diandrie est une polyploïdie qui provient de la fécondation par deux spermatozoïdes. On pourra donc avoir ces formules chromosomiques :

- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, X) + Spz 2 (23, X) = **69, XXX**
- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, X) + Spz 2 (23, Y) = **69, XXY**
- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, Y) + Spz 2 (23, Y) = **69, XYY**

B VRAI

C FAUX L'arrivée simultanée de deux spermatozoïdes, et qui fécondent donc l'ovocyte de manière totalement synchrone est un événement **très rare**. Par contre cela peut bien entraîner une diandrie.

D VRAI On parle d'anomalie homogène.

E FAUX La trisomie 21 est une aneuploïdie par excès de chromosomes.

## Epreuve majeure 3 – 2019/2020

### **Question 23 – Concernant la fécondation : D**

- A. L'éjaculat normal contient entre 2 millions et 3 millions de spermatozoïdes.
- B. La séquence protéique de ZP3 est responsable de la spécificité de l'espèce et empêche la fécondation croisée.
- C. La capacitation du spermatozoïde est un phénomène irréversible.
- D. Le 1<sup>er</sup> globule polaire contient 23 chromosomes à 2 chromatides
- E. La liaison du spermatozoïde à ZP2 est indépendante du fait qu'il ait effectué ou non sa réaction acrosomique.

A FAUX L'éjaculat contient entre **200** millions et **300** millions de spermatozoïdes.

B FAUX C'est la séquence glucidique qui est responsable de la spécificité d'espèce. La séquence protéique est conservée entre les espèces.

C FAUX La capacitation est un phénomène réversible.

D VRAI

**E FAUX** La liaison à ZP2 ne peut se faire que si le spermatozoïde a effectué sa réaction acrosomique. Si la réaction acrosomique n'a pas lieu, la liaison à ZP2 ne peut pas se faire. Donc cette liaison à ZP2 est bien dépendante du fait que le spermatozoïde ait effectué ou non sa réaction acrosomique.

**Question 24 – Concernant la fécondation : ABDE**

- A. La première manifestation visible de l'activation de l'œuf est l'expulsion des granules corticaux.
- B. Les oscillations calciques sont déclenchées par la fixation d'inositol triphosphate sur le réticulum endoplasmique lisse de l'ovocyte.
- C. Dans le pronucléus mâle, il y a une condensation de la chromatine.
- D. Le spermaster permet le rapprochement des deux pronucléi.
- E. La liaison du spermatozoïde à ZP3 est d'une grande solidité.

A VRAI `

B VRAI

**C FAUX** Dans le pronucléus mâle, il y a une **dé**condensation de la chromatine.

D VRAI

**E VRAI** Cette liaison se fait par réaction enzymatique et est donc d'une grande solidité.

**Question 25 – Concernant les anomalies de la fécondation : CE**

- A. La digynie peut être due à une réaction corticale défectueuse.
- B. La non-disjonction d'un bivalent en anaphase 1 chez l'un des gamètes va entraîner la formation d'un zygote triploïde.
- C. Les polyploïdies sont des anomalies homogènes.
- D. Le syndrome de Klinefelter peut être causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère ou chez le père.
- E. La triploïdie par diandrie est plus fréquente que celle par digynie.

**A FAUX** C'est la triploïdie par diandrie qui peut être due à une réaction corticale défectueuse.

**B FAUX** La non-disjonction d'un bivalent en anaphase 1 chez l'un des gamètes va entraîner la formation d'un zygote **trisomique**.

C VRAI

**D FAUX** Le syndrome de Klinefelter peut être causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère, ou de méiose 1 chez le père.

E VRAI

### **Question 26 – Concernant la fécondation : ABD**

- A. Elle correspond à la fusion de gamètes haploïdes pour former un zygote diploïde.
- B. La migration des spermatozoïdes s'accompagne d'une sélection drastique qualitative et quantitative des spermatozoïdes.
- C. Après l'ovulation, sous l'effet de l'œstradiol, la glaire cervicale s'épaissit.
- D. La traversée du canal cervical et de la jonction utéro-tubaire nécessite le mouvement hyperactivé des spermatozoïdes.
- E. La durée de survie des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines est de quelques jours, il en est de même pour l'ovocyte.

A VRAI

B VRAI

C FAUX La glaire s'épaissit après l'ovulation, sous l'effet de la **progestérone**.

D VRAI

E FAUX La durée de survie des spermatozoïdes est bien de quelques jours. En revanche, l'ovocyte a une durée de vie de quelques heures (12h à 24h).

### **Question 27 – Concernant la fécondation : BC**

- A. Les rameaux glucidiques de ZP3 portés par la zone pellucide se lient à des récepteurs de la membrane acrosomique interne.
- B. La traversée du cumulus oophorus ne nécessite pas l'intervention d'enzymes.
- C. La réaction corticale permet d'imperméabiliser la zone pellucide.
- D. Dans le pronucléus mâle, les histones sont remplacées par des protamines.
- E. La réaction corticale et la formation des pronoyaux nécessitent le même nombre d'oscillations calciques.

A FAUX Les rameaux glucidiques de ZP3 portés par la zone pellucide se lient à des récepteurs de la **membrane plasmique du spermatozoïde**.

B VRAI Cette traversée ne nécessite pas d'enzymes, mais elle nécessite la sécrétion d'acide hyaluronique par les cellules folliculeuses, et la mobilité du spermatozoïde.

C VRAI

D FAUX C'est l'inverse, les protamines sont remplacées par des histones.

E FAUX La formation des pronoyaux nécessite plus d'oscillations calciques que la réaction corticale ; c'est pour cela qu'il s'agit d'un événement dit « tardif ».

### **Question 28 – Concernant les anomalies chromosomiques du zygote : ACE**

- A. La triploïdie par diandrie est plus fréquente que la triploïdie par digynie.
- B. Une triploïdie par digynie est toujours de formule chromosomique 69, XXX.
- C. Une aneuploïdie touchant un des gamètes entraîne une anomalie chromosomique homogène.
- D. Le syndrome de Klinefelter (47, XXY) peut être causé par une anomalie de méiose 2 chez le père.
- E. Le développement parthénogénétique n'est pas viable.

A VRAI

**B FAUX** Pour une digynie, les formules chromosomiques possibles sont :

- Ovocyte (23, X) + GP2 (23, X) + Spz (23, X) = **69, XXX**
- Ovocyte (23, X) + GP2 (23, X) + Spz (23, Y) = **69, XXY**

**C VRAI** Elle est portée par l'un des gamètes, et donc par toutes les cellules du zygote.

**D FAUX** Le syndrome de Klinefelter (47, XXY) peut être causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère, ou de **méiose 1 chez le père**.

**E VRAI**

## Epreuve majeure 1– 2019/2020

### **Question 29 – Concernant la fécondation : ADE**

- Elle a lieu au niveau de l'ampoule tubaire, au sein du tractus génital féminin.
- L'éjaculat contient entre 2 millions et 3 millions de spermatozoïdes.
- La migration des spermatozoïdes se fait uniquement de manière passive.
- Grâce à leur mucus constitué de filaments glycoprotéiques, les cryptes glandulaires du canal cervical constituent un réservoir de spermatozoïdes.
- Les spermatozoïdes franchissent la jonction utéro-tubaire grâce à leur mouvement hyperactivé.

**A VRAI**

**B FAUX** Un éjaculat contient entre 200 millions et 300 millions de spermatozoïdes.

**C FAUX** La migration des spermatozoïdes est une alternance d'étapes passives et actives.

**D VRAI**

**E VRAI**

### **Question 30 – Concernant la fécondation : AD**

- L'hyperactivation des spermatozoïdes ainsi que la réaction acrosomique sont des conséquences de la capacitation.
- La décapacitation a lieu après la capacitation.
- La capacitation entraîne une fluidification et une déstabilisation de la membrane par ajout de cholestérol.
- L'hyperactivation des spermatozoïdes est la seule modification visible en microscopie optique
- La capacitation a lieu dans l'épididyme, au sein des voies génitales masculines.

**A VRAI**

**B FAUX** La décapacitation a lieu au sein de l'épididyme et elle **précède** la capacitation.

**C FAUX** La capacitation entraîne une fluidification et une déstabilisation de la membrane par **élimination** de cholestérol.

**Attention !** Il ne faut pas oublier que le cholestérol permet la rigidification et la stabilisation des membranes (petit rappel du S1 ☺).

**D VRAI** C'est effectivement juste, toutes les autres modifications ne sont ni visibles en microscopie optique ni en microscopie électronique.

**E FAUX** La capacitation a lieu dans les voies génitales féminines. C'est la Décapacitation qui a lieu dans les voies génitales masculines.

### **Question 31 – Concernant l'interaction gamétique : B**

- A. Pour permettre l'interaction gamétique, le spermatozoïde traverse la zone pellucide, puis le *cumulus oophorus*.
- B. La zone pellucide a une épaisseur d'environ 20 µm.
- C. La séquence protéique de ZP3 est responsable de la spécificité de l'espèce et empêche la fécondation croisée.
- D. La liaison du spermatozoïde à ZP2 précède la liaison du spermatozoïde à ZP3.
- E. La réaction acrosomique est une fusion entre la membrane acrosomique interne et la membrane plasmique du spermatozoïde.

**A FAUX** C'est l'inverse, le spermatozoïde traverse d'abord le *cumulus oophorus* puis la zone pellucide. Il faut bien retenir que la traversée du *cumulus oophorus* ne nécessite pas d'enzyme. Les seules conditions pour cette traversée sont la mobilité du spermatozoïde et la sécrétion d'acide hyaluronique par les cellules folliculeuses.

**B VRAI**

**C FAUX Attention il s'agit d'un piège très récurrent !!!** C'est la séquence glucidique de ZP3 qui est responsable de la spécificité de l'espèce, elle est donc variable selon les espèces. La séquence protéique de ZP3 est en revanche très conservée

**D FAUX** Le spermatozoïde se lie d'abord à ZP3, grâce à ses récepteurs à ZP3 sur sa membrane plasmique.

Ensuite la réaction acrosomique a lieu et il y a disparition de la membrane plasmique du spermatozoïde par fusion avec la membrane acrosomique externe.

Enfin le spermatozoïde se lie à ZP2 par l'intermédiaire de récepteurs situés sur la membrane acrosomique interne.

**E FAUX** La réaction acrosomique est une fusion entre la membrane acrosomique externe et la membrane plasmique du spermatozoïde.

### **Question 32 – Concernant l'interaction gamétique et ses conséquences : ACE**

- A. La traversée de la zone pellucide se fait en 20 à 30 minutes.
- B. Les disintégrines portées par l'ovocyte interagissent avec les intégrines portées par le spermatozoïde.
- C. La phospholipase zêta permet la formation d'inositol triphosphate et la libération de calcium dans le cytosol par vagues.

- D. L'activation de l'œuf est la conséquence directe de la fusion membranaire, c'est ce qu'a pu démontrer la technique ICSI.
- E. Le centriole proximal du spermatozoïde évolue en spermaster qui va permettre le rapprochement des pronucléi.

A VRAI

B FAUX Les disintégrines sont portées par le spermatozoïde et les intégrines sont portées par l'ovocyte.

C VRAI

D FAUX La technique d'ICSI a montré que l'activation de l'œuf **n'était pas** la conséquence directe de la fusion membranaire mais qu'elle était due à la présence de la phospholipase zéta.

E VRAI Petit moyen mnémotechnique : sPermaster = centriole Proximal

### **Question 33 – Concernant l'interaction gamétique et ses conséquences : BCE**

- A. Toutes les mitochondries du zygote sont d'origine maternelle : le génome mitochondrial se transmet donc de manière mendélienne.
- B. La formation des pronoyaux nécessite plus d'oscillations calciques que l'exocytose des granules corticaux.
- C. Le 2<sup>ème</sup> globule polaire contient 23 chromosomes à 1 chromatide.
- D. La première division cellulaire de l'œuf ne nécessite pas de phase S.
- E. L'amphimixie est un accolement sans fusion des pronoyaux.

A FAUX Toutes les mitochondries du zygote sont bien d'origine maternelle (donc toutes les anomalies du génome mitochondrial sont d'origine maternelle). On parle de **transmission NON MENDÉLIENNE**.

B VRAI

C VRAI Et le 1<sup>er</sup> globule polaire contient 23 chromosomes à 2 chromatides.

D FAUX Elle nécessite bien une phase S au sein de chaque pronoyau. Ils deviennent alors [N ; 2C].

E VRAI

### **Question 34 – Concernant les anomalies de la fécondation : CD**

- A. Les dyginies ne peuvent être dues qu'à une non-expulsion du 1<sup>er</sup> globule polaire.
- B. Le syndrome de Klinefelter 47(XXY) ne peut résulter que d'une non-disjonction au cours de la méiose I féminine.
- C. Le développement parthénogénétique est une activation spontanée de l'ovocyte sans intervention du spermatozoïde.
- D. La triploïdie par digynie est plus rare que la triploïdie par diandrie.
- E. La trisomie est une euploïdie par excès d'un chromosome.

A FAUX Les dyginies peuvent être également dues à une non-expulsion du 2<sup>ème</sup> globule polaire.

B FAUX Le syndrome de Klinefelter 47(XXY) peut résulter soit d'une anomalie de la méiose féminine I et II, soit d'une anomalie de la méiose I masculine.

C VRAI

D VRAI

E FAUX Euploïdie signifie que le nombre de chromosomes est normal. La trisomie est une ANeuploïdie par excès d'un chromosome.

CCB 2 – 2018/2019

**Question 35 – A propos de la fécondation : AE**

- A. La pénétration des spermatozoïdes dans le massif de cellules folliculeuses se fait moins de 10 heures après l'ovulation.
  - B. La jonction utéro-tubaire constitue le troisième réservoir pour les spermatozoïdes.
  - C. La chaîne peptidique est ce qui est spécifique de l'espèce et la chaîne glucidique est ce qui est conservé.
  - D. C'est le réticulum endoplasmique granuleux qui libère le calcium lors des oscillations calciques.
  - E. La transmission des anomalies mitochondriales est due uniquement à la mère.
- 
- A. VRAI.
  - B. FAUX, il constitue le deuxième réservoir après le canal cervical qui est le premier.
  - C. FAUX, c'est le contraire : Chaîne peptidique : conservée. Rameaux glucidiques : spécifique.
  - D. FAUX, c'est le réticulum endoplasmique lisse.
  - E. VRAI.

**Question 36 – A propos de la fécondation : CD**

- A. Le rapprochement des pronuclei est permis par le centriole distal.
  - B. La fréquence des oscillations calciques entre les espèces est strictement la même et est de 5 à 10 minutes.
  - C. Une imperméabilisation de la zone pellucide permet d'éviter une polyspermie.
  - D. La liaison à ZP2 n'est possible qu'après la réaction acrosomique.
  - E. L'œstradiol sécrété par le corps jaune rend le mucus cervical imperméable.
- 
- A. FAUX, c'est permis par le centrosome dérivé du centriole proximal.
  - B. FAUX, elles sont différentes entre les espèces et ce sont celles de l'Homme qui ont une fréquence entre 5 à 10 minutes. C. VRAI.
  - C. VRAI, car elle se réalise via des récepteurs situés sur la membrane acrosomique interne.
  - D. FAUX, cette définition s'applique à la progestérone.

CCB 1 – 2018/2019

**Question 37 - à propos de la fécondation : ADE**

- A. **VRAI**, c'est un gel
- B. **FAUX**, le pH est basique
- C. **FAUX**, ici on parle du phénomène de **décapacitation**.
- D. **VRAI**, c'est un cas particulier du développement parthénogénétique qui correspond au développement spontané de l'ovocyte non expulsé de son follicule.
- E. **VRAI**

**Question 38 - à propos de la fécondation : BCDE**

- A. **FAUX**, la fluidification est due à l'élimination du cholestérol au profit de l'albumine.
- B. **VRAI**, le mouvement hyperactivé est considéré comme étant en coup de fouet circulaire et erratique, hélicoïdal, très rapide et de large amplitude, plus anarchique que le mouvement normal.
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **VRAI**

**EM 2 – 2018/2019**

**Question 39 – Concernant la fécondation : ABD**

- A. C'est au niveau de l'ampoule tubaire qu'a lieu la fécondation **A VRAI**
- B. La réaction acrosomique est irréversible **B VRAI**
- C. ICSI signifie : Intra-Cellular Sperm Injection  
**C FAUX** C'est Intra-Cytoplasmic Sperm Injection
- D. Une diandrie peut conduire à un début de développement embryonnaire et à des fausses couches **D VRAI**
- E. Le développement parthénogénétique est viable  
**E FAUX** Il n'est pas viable car le matériel génétique est insuffisant pour la survie de l'œuf.

**Question 40 – Concernant la fécondation : AC**

- A. La migration des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines est une succession d'étapes actives et passives  
**A VRAI** : Rappel : la migration est : Active dans le canal cervical et dans la jonction utéro-tubaire  
Passive dans le reste de l'utérus et dans les trompes

B. La progestérone éclaircit le mucus et est donc responsable de sa perméabilité.

**B FAUX** C'est l'œstradiol

C. Le mouvement hyperactif est plus efficace que le mouvement non hyperactif bien qu'il soit plus anarchique.

**C VRAI**

D. La membrane de la cape post-acrosomique porte des protéines organisées en trimères.

**FAUX** Les protéines sont organisées en dimères comprenant une sous-unité  $\alpha$  et une sous-unité  $\beta$

E. Le cumulus oophorus nécessite de nombreuses enzymes pour être traversé

**FAUX** Les seules conditions pour la traversée du cumulus oophorus sont la mobilité du spermatozoïde et la sécrétion d'acide hyaluronique par les cellules folliculeuses. Il est suffisamment lâche et ne nécessite donc pas d'enzyme pour être traversé.

## EM 1 – 2018/2019

### Question 41 : Concernant la fécondation : DE

A. Le trajet effectué par le spermatozoïde est passif et beaucoup plus long que celui effectué par l'ovocyte.

**FAUX**, il est vrai que le trajet du spermatozoïde est bien plus long que celui de l'ovocyte mais il est actif.

B. L'œuf s'implantera dans le myomètre qui est la muqueuse de l'utérus.

**FAUX**, l'œuf s'implante dans l'endomètre.

rappel : l'utérus est composé de trois parties :

- **la muqueuse** (nommée **endomètre**) dans laquelle viendra s'implanter l'œuf fécondé,
- **la musculuse** (nommée **myomètre**) permettant de réaliser les mouvements de l'utérus ressentis lors des contractions au moment de l'accouchement par exemple,
- **la séreuse**.

C. Les spermatozoïdes commencent leur ascension au niveau du vagin dans le tractus génital féminin.

**FAUX**, c'est au niveau du canal cervical de l'utérus que leur ascension débute.

D. Mucus cervical et glaire cervicale sont synonymes.

**VRAI**, ces deux termes désignent la même chose.

E. Les cryptes du canal cervical possèdent un épithélium exocrine sécrétant le mucus.

**VRAI**

**Question 42 : Concernant la sélection des spermatozoïdes : ADE**

A. Il y a en moyenne 200 à 300 millions de spermatozoïdes dans un éjaculat.

VRAI

B. Seulement 1 % des spermatozoïdes franchissent le canal vaginal.

FAUX, c'est le canal cervical.

C. Il y a un pouvoir d'attraction de l'ovocyte sur les spermatozoïdes, c'est pour cela qu'on ne retrouve de spermatozoïdes que dans une seule trompe.

FAUX, Au contraire, l'ovocyte ne possède pas de pouvoir d'attraction, on retrouve donc des spermatozoïdes dans les deux trompes.

D. La capacitation des spermatozoïdes permet le mouvement hyperactivé et la réaction acrosomique.

VRAI

E. Au cours de la capacitation nous observons l'élimination du plasma séminal.

VRAI

**Question 43 : Concernant la fécondation : CE**

A. La survie de l'ovocyte est de quelques jours tandis que celle des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines est comprise entre 12 et 24 heures.

FAUX, c'est l'inverse.

B. Afin de franchir le cumulus oophorus et la zone pellucide les spermatozoïdes doivent être hyperactivés.

FAUX, ils n'ont pas besoin d'être hyperactivé pour franchir le cumulus oophorus mais juste actifs.

C. Le mucus cervical constitue un réservoir dans lequel les spermatozoïdes peuvent séjourner plusieurs jours.

VRAI

D. Les spermatozoïdes rencontrent la zone pellucide avant de rencontrer le cumulus oophorus

FAUX, c'est l'inverse.

E. La traversée de la zone pellucide dure environ 20 à 30 minutes. VRAI

**Question 44 : Concernant la fécondation : BE**

A. Les rameaux glucidiques de ZP3 portés par le spermatozoïde entrent en contact avec des récepteurs portés par la zone pellucide sur le modèle ligand/récepteur.

**FAUX**, c'est le contraire : les rameaux glucidiques sont portés par la zone pellucide et les récepteurs sont présents sur la membrane des spermatozoïdes.

B. La liaison créée entre le spermatozoïde et la zone pellucide est d'une grande solidité.

**VRAI**

C. Le couple ligand-récepteur formé par l'interaction spermatozoïde/zone pellucide n'est pas spécifique de l'espèce.

**FAUX**, Attention il est spécifique de l'espèce.

D. La partie protéique étant portée par le spermatozoïde, c'est ce dernier qui fait la spécificité de l'espèce.

**FAUX**, La partie glucidique étant portée par l'ovocyte, c'est ce dernier qui fait la spécificité de l'espèce.

E. La reproduction inter-espèces est impossible du fait de l'incompatibilité entre les spermatozoïdes et les ovocytes.

**VRAI**

#### **Question 45 : Concernant la fécondation : D**

A. La pénétration du spermatozoïde est perpendiculaire par rapport à la membrane ovocytaire.

**FAUX**, la pénétration du spermatozoïde est **tangentielle** par rapport à la membrane ovocytaire, il est couché contre la membrane plasmique de l'ovocyte.

B. La phagocytose du spermatozoïde et l'activation de l'œuf se font en quelques minutes.

**FAUX**, C'est doublement faux car c'est une fusion et pas une phagocytose de plus, cette fusion se fait en moins de 2 heures.

C. L'activation de l'œuf est la conséquence directe de la fusion gamétique.

**FAUX**, elle est la conséquence des oscillations calciques et non directement de la fusion gamétique. En effet, Les oscillations sont engendrées par l'apport dans l'ovocyte d'une phospholipase « zêta » contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde, qui phosphoryle le phosphatidylinositol membranaire en inositol triphosphate. Celui-ci se détache, se fixe sur le réticulum endoplasmique lisse (REL) et c'est ainsi que du calcium ( $Ca^{2+}$ ), dont le rôle sera d'activer une protéine kinase, est libéré de manière pulsatile à partir de ce compartiment cytoplasmique de réserve qu'est le REL. Les oscillations calciques ont lieu pendant environ 2 heures. Nous observons des variations selon les espèces de fréquence (5 à 10 min pour l'Homme), d'amplitude et de durée. La perturbation de ce phénomène peut créer des perturbations embryonnaires.

- D. Après la traversée de la zone pellucide, le spermatozoïde se retrouve dans l'espace périvitellin.

**VRAI**, l'espace péri-vitellin correspond à l'espace situé entre la zone pellucide et la membrane de l'ovocyte.

- E. Les microtubules de l'œuf se forment exclusivement à partir du centriole distal qui évolue en spermaster.

**FAUX**, c'est le centriole proximal qui évolue en spermaster.

### **Question 46 : Concernant les anomalies de la fécondation : ABCE**

- A. La dispermie peut être la conséquence d'une réaction corticale défectueuse.

**VRAI**, La dispermie désigne le fait que deux spermatozoïdes fécondent en même temps l'ovocyte. Cela est possible si la zone pellucide n'est pas imperméable à cause d'une réaction corticale défectueuse.

- B. La dispermie correspond à une fécondation par deux spermatozoïdes.

**VRAI**

- C. Un génome de formule 69XXX est une aneuploïdie.

**VRAI**, c'est une polyploïdie pour être plus précis. Une aneuploïdie désigne toute anomalie du nombre de chromosomes que cela soit une monosomie, une triploïdie, une polyploïdie...

- D. Le syndrome de Klinefelter est causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère ou chez le père.

**FAUX**, il est causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère, ou de méiose 1 chez le père. Dans ce cas-là, un des X est inactivé, la vie est ainsi possible mais ce syndrome peut être la cause d'une stérilité.

- E. Une activation spontanée de l'ovocyte sans intervention du spermatozoïde est la définition du développement parthénogénétique. **VRAI**

**Concours blanc 2 – 2017/2018**

### **Question 47 – Concernant l'interaction gamétique : ABD**

- A. Une fois la réaction acrosomique effectuée, le spermatozoïde peut se lier à la ZP2.  
B. La traversée de la zone pellucide dure de 20 à 30 minutes.  
C. La partie protéique portée par la ZP3 est relativement conservée entre les espèces, c'est donc ce qui assure la spécificité de l'espèce.  
D. Le cumulus oophorus ne nécessite pas d'enzyme pour être traversé.  
E. Sans acrosine, la traversée de la zone pellucide est impossible.

**A VRAI** En effet la réaction acrosomique permet de dévoiler les récepteurs de la ZP2 qui sont situés sur la membrane acrosomique interne, la liaison à la ZP2 est alors possible.

**RAPPEL** : interaction spermatozoïde / Zone pellucide

- ✓ liaison d'un spermatozoïde à la ZP3
- ✓ réaction acrosomique
- ✓ liaison d'un spermatozoïde à la ZP 2
- ✓ traversé de la zone pellucide

**B VRAI** La zone pellucide mesure environ 20  $\mu\text{m}$  de largeur. La vitesse du spermatozoïde est d'environ 1  $\mu\text{m}/\text{min}$  à ce niveau. Donc la traversée prend 20 à 30 minutes.

**C FAUX** C'est la partie glucidique portée par la ZP3 de l'ovocyte qui permet la spécificité de l'espèce car elle est variable entre les espèces.

**D VRAI** Le cumulus oophorus étant suffisamment lâche, les seules conditions pour la traversée sont la mobilité du spermatozoïde et la sécrétion d'acide hyaluronique par les cellules folliculeuses.

**E FAUX** L'acrosine libérée lors de la réaction acrosomique possède un rôle facilitant à la traversée de la ZP, elle n'est pas indispensable.

#### **Question 48 – Concernant les anomalies de la fécondation : RIEN**

- A. Une anomalie de méiose II chez le père peut amener à un syndrome de Klinefelter.
- B. Le cas le plus fréquent de polypléidie est la triploïdie par digynie (anomalie d'expulsion de globule polaire).
- C. Le syndrome de Klinefelter est une polypléidie.
- D. Le développement parthénogénétique est viable et peut aboutir à une descendance sans anomalie.
- E. La formation d'un zygote triploïde par digynie est la plupart du temps la conséquence d'une réaction corticale défectueuse.

**A FAUX** Une anomalie de la méiose II chez le père peut donner 2 types de spermatozoïdes : (24, XX) ou (24, YY) or le syndrome de Klinefelter étant de formule (47, XXY), il faut que le gamète masculin soit de formule (24, XY) dans le cas où l'ovocyte est normal. En revanche une anomalie de méiose I peut amener à un gamète de formule (24, XY).

**B FAUX** Ce sont les triploïdies par diandrie qui sont le plus fréquente, elles correspondent soit à une anomalie de la réaction corticale (impermeabilisation de la zone pellucide après l'entrée d'un spermatozoïde) soit à une fécondation double de spermatozoïde appelée dispermie (entrée parfaitement synchronisée des spermatozoïdes) mais cela est plus rare.

**C FAUX** C'est une aneuploïdie, ici l'anomalie de nombre ne concerne qu'un seul chromosome et non un lot entier comme lors d'une polypléidie.

**D FAUX** Le développement parthénogénétique correspond à une activation spontanée de l'ovocyte sans intervention du spermatozoïde. Etant donné que l'œuf ne contient pas assez de matériel

génétique, son développement n'est pas viable. C'est un phénomène qui se produit essentiellement chez les insectes.

**E FAUX** Item d'annale 2016-2017. Une digynie correspond à une non-expulsion de globule polaire, il y a donc un lot de matériel génétique en trop. La digynie n'est donc pas concernée par la réaction corticale. C'est la dispermie qui est concernée par ce phénomène puisque si la réaction corticale est défectueuse, on peut assister à une fécondation double de spermatozoïde entraînant donc un œuf avec un matériel génétique excédentaire non viable.

### Concours blanc 1– 2017/2018

#### **Question 49 – Concernant la fécondation : BE**

A. Les spermatozoïdes peuvent être stockés dans les cryptes glandulaires en raison de leur pH qui est de nature acide.

**FAUX** C'est en raison du pH basique que les spermatozoïdes peuvent y séjourner.

B. L'œstradiol a pour rôle de rendre perméable la glaire cervicale quelques jours avant l'ovulation.

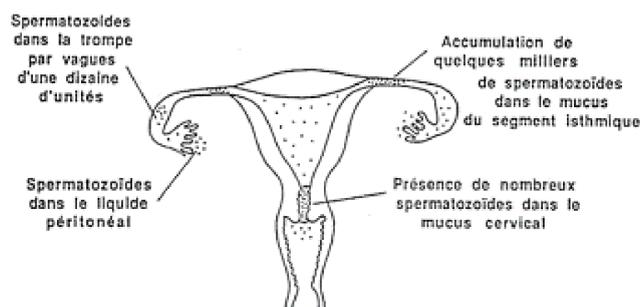
**VRAI** Cela permet aux spermatozoïdes de pouvoir traverser le canal cervical.

C. L'ovocyte émis par l'ovulation possède des enzymes permettant de diriger les spermatozoïdes dans la bonne trompe.

**FAUX** Il n'y a pas de signal émis par l'ovocyte, par conséquent les spermatozoïdes migrent aléatoirement entre les deux trompes.

D. Des vagues d'une centaine de spermatozoïde s'extirpent du mucus contenu au niveau de la jonction utéro-tubaire.

**FAUX** Ce sont des vagues d'une dizaine de spermatozoïde.



E. Un mouvement hyperactif est nécessaire pour pouvoir traverser la jonction utéro-tubaire et la zone pellucide.

**VRAI** Ce mouvement hyperactif est obtenu à la suite de la capacitation qui a lieu dans l'utérus et les trompes.

#### **Question 50 – Concernant la fécondation : ACE**

A. Les spermatozoïdes sont décapacités durant leur transit épидидymaire.

**VRAI** Cela permet d'éviter une réaction acrosomique précoce qui entrainera une impossibilité de fixer la ZP3.

B. Au cours de la migration cervicale, le plasma séminal est éliminé.

**VRAI** C'est l'une des étapes de la capacitation.

C. Les conséquences de la capacitation ne sont pas visibles en microscopie optique.

**FAUX** Ce phénomène permet les mouvements hyperactifs qui sont indispensables pour franchir la jonction utéro-tubaire. Ces mouvements hyperactifs sont donc la conséquence de la capacitation et sont visibles en microscopie optique.

D. La survie des spermatozoïdes est plus courte que celle de l'ovocyte après ovulation.

**FAUX** C'est l'inverse, l'ovocyte possède une survie plus courte, c'est pour cela que l'œstradiol est sécrété avant l'ovulation pour permettre aux spermatozoïdes de pénétrer ainsi que traverser le canal cervical. La survie des spermatozoïdes est de quelques jours alors que celle d'un ovocyte après ovulation est de 12 à 24h.

E. Le cholestérol est un facteur de rigidité de la membrane.

**VRAI** Il est donc éliminé lors de la capacitation ce qui rend par la suite possible une réaction acrosomique.

## Epreuve majeure 2– 2017/2018

### **Question 51 – Concernant la fécondation : AD**

A. L'amphimixie correspond à la migration passive des pronucléi au centre de la cellule, ces derniers s'accrochent sans fusionner.

**VRAI** C'est la définition de l'amphimixie.



B. Le rapprochement des pronucléi est assuré par le centrosome, dérivé du centriole distal du spermatozoïde.

**FAUX** Le centriole distal a un rôle dans la spermiogénèse (la maturation de la spermatide ronde) mais pas dans la fécondation. C'est le centriole proximal qui est important lors de cette phase car il évolue en spermastère étant la base des microtubules (« autoroutes ») de l'œuf.

C. La première méiose de l'œuf s'effectue entre 25 et 30 heures après la rencontre gamétique.

**FAUX** < ! > On ne parle plus de méiose à ce stade, l'œuf obtenu se multiplie par mitose et non par méiose.

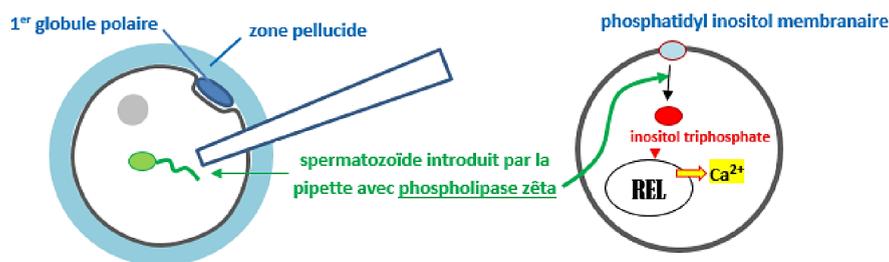
D. La libération pulsatile de calcium est déclenchée par la fixation d'inositol trisphosphate sur le réticulum endoplasmique lisse de l'ovocyte.

**VRAI** Vous allez peut-être penser que je vous ai mis un item très précis mais il est tombé au concours l'année dernière (2016-2017) ! Je vous mets la correction que l'on a fait pour l'annale.

Phénomène un peu difficile à comprendre, on va donc reprendre étape par étape :

- Le spermatozoïde contient la phospholipase zêta nécessaire pour l'activation de l'œuf.
- Lors de la fusion gamétique, le spermatozoïde est incorporé *in toto* dans l'ovocyte (quelques éléments comme les mitochondries sont cependant éliminés).
- La phospholipase zêta phosphoryle ensuite le phosphatidyl inositol membranaire en inositol triphosphate.
- L'inositol triphosphate se fixe sur le réticulum endoplasmique lisse et permet la libération de manière pulsatile de calcium entraînant l'activation de l'œuf.

Il est donc important de comprendre que la phospholipase zêta est au départ présente dans le cytoplasme du spermatozoïde et que c'est cette dernière qui est directement responsable de l'activation de l'œuf (la fusion gamétique est donc responsable indirectement).



E. L'activation de l'œuf se traduit par des oscillations calciques déclenchées par une phospholipase ovocytaire.

**FAUX** Comme l'item précédent, cet item est tombé l'année dernière. Ici on parle de phospholipase ovocytaire alors que la phospholipase zêta est contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde.

### **Question 52 – Anomalies de fécondation : BCD**

Soit une liste d'anomalies, et des propositions de formules chromosomiques :

Anomalies :

Formules :

- triploïdie par diandrie
- triploïdie par digynie
- syndrome de klinefelter

- 69, XXY
- 69, XXX
- 69, YYY
- 69, XYY

A. c-1

**FAUX** L'anomalie qui aboutit au syndrome de Klinefelter, est une anomalie provenant soit de l'anaphase I chez le père, soit de l'anaphase I ou II chez la mère. Il n'y a en aucun cas de diandrie ou

de digynie qui aboutirait à une formule de type 47 XXY ! La formule à savoir pour le syndrome de Klinefelter est 47, XXY.

B. a-2

**VRAI**

C. a-4

**VRAI**

D. b-1

**VRAI**

E. a-3

**FAUX**

Dans la **diandrie** (ou dispermie), on a une fécondation de l'ovocyte par deux spermatozoïdes. Ce phénomène est souvent dû à une réaction corticale défectueuse de la part de l'ovocyte, la ZP ne s'étant pas imperméabiliser, un deuxième spermatozoïde en profite pour passer.

Formule chromosomique possible :

- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, X) + Spz 2 (23, X) = **69, XXX**
- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, X) + Spz 2 (23, Y) = **69, XXY**
- Ovocyte (23, X) + Spz 1 (23, Y) + Spz 2 (23, Y) = **69, XYY**

Dans la **digynie**, on constate la non-expulsion du 1<sup>er</sup> ou du 2<sup>ème</sup> globule polaire.

*Remarque : Si c'est le GP1 qui n'est pas expulsé on aura une tétraploïdie*

Formule chromosomique possible : (en s'intéressant seulement à la triploïdie par digynie)

- Ovocyte (23, X) + GP2 (23, X) + Spz (23, X) = **69, XXX**
- Ovocyte (23, X) + GP2 (23, X) + Spz (23, Y) = **69, XXY**

Au final on pouvait associer :

a-1, a-2 et a-4

b-1, b-2

3 rien

Syndrome de klinefelter 47, XXY.

## Epreuve majeure 1– 2017/2018

### **Question 53– Concernant la fécondation : AD**

A. La fécondation correspond à la fusion des gamètes pour constituer un œuf fécondé aussi appelé zygote qui est diploïde.

**VRAI** C'est la définition de la fécondation, la fusion de deux gamètes haploïdes donne un zygote diploïde.

B. La migration des spermatozoïdes est entièrement active.

**FAUX** Elle contient aussi des étapes passives telle que la migration dans la cavité utérine.

C. Dans un éjaculat moyen, il y a 200 à 300 milles spermatozoïdes.

**FAUX** Il y a entre 200 et 300 MILLIONS de spermatozoïdes (oui c'est beaucoup).

D. La progestérone a un rôle d'imperméabilisation de la glaire cervicale durant la phase lutéale.

**VRAI** Cela permet d'éviter une fécondation tardive qui pourrait ne pas arriver à bout en raison de la faible durée de vie de l'ovocyte après son ovulation.

E. Les cryptes glandulaires situées dans le vagin forment des réservoirs à spermatozoïdes.

**FAUX** Ces cryptes sont situées dans le canal cervical qui ne correspond pas au vagin, c'est la portion initiale de l'utérus (col de l'utérus).

### **Question 54 – A propos de la fécondation : BCDE**

A. Les spermatozoïdes sont capacités au cours de leur transit épидидymaire.

**FAUX** Ils sont décapacités au cours de leur transit épидидymaire ! En effet, lors de la capacitation on observe entre autres une réaction acrosomique qui serait néfaste pour les voies génitales masculines.

B. La première étape de la capacitation est l'élimination du plasma séminal au cours de la migration cervicale.

**VRAI** voir item C.

C. La seule conséquence visible au microscope est l'hyperactivation des spermatozoïdes.

**VRAI** L'hyperactivation des spermatozoïdes est une conséquence de la capacitation, pas une étape.

<b>Etapes de la capacitation</b>
▪ Elimination du plasma séminal au cours de la migration.
▪ Elimination de molécules inhibitrices par des enzymes de sécrétions utérines et tubaires au sein de la portion tubaire.
▪ Fluidification et déstabilisation de la membrane du spermatozoïde par élimination du cholestérol.
<b>Conséquences de la capacitation</b>
▪ Hyperactivation des spermatozoïdes : témoin de la capacitation, phénomène réversible. Visible en microscopie optique.
▪ Capacité à déclencher la réaction acrosomique : phénomène irréversible.

D. Après l'ovulation, la durée de vie de l'ovocyte dans la trompe n'est que de 12-24 heures.

**VRAI** c'est très court par rapport aux spermatozoïdes qui peuvent séjourner quelques jours dans les cryptes du canal cervical.

E. L'hyperactivation des spermatozoïdes est indispensable pour franchir la zone pellucide.

**VRAI** Il faut que les spermatozoïdes soient hyperactivés pour franchir 2 endroits : la jonction utéro-tubaire et la zone pellucide.

## Question 55 – Concernant l'interaction gamétique et l'activation de l'œuf : AD

- A. Le début de la fécondation correspond à la pénétration des spermatozoïdes dans le massif de cellules du *cumulus oophorus*.

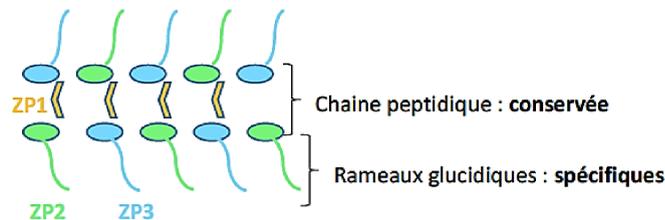
**VRAI** Cette pénétration ne nécessite pas d'enzymes pour être traversée. Le professeur tient à préciser que cette pénétration se déroule en quelques minutes donc très rapide ! (C'est pour cela que vous entendrez peut-être que le début de la fécondation correspond à la pénétration dans la zone pellucide).

- B. La réaction acrosomique doit avoir lieu avant la liaison à ZP3 pour que les récepteurs situés sur la membrane acrosomique interne puissent reconnaître leurs ligands.

**FAUX** et archi Faux, c'est entre la liaison à ZP2 et ZP3 que la réaction acrosomique doit avoir lieu.

- C. La zone pellucide possède une structure en sorte de ruban moléculaire formé de l'alternance de ZP1 et de ZP2 reliés entre eux par des ZP3.

**FAUX** Il y a alternance de ZP2 et de ZP3 reliés entre eux par des ZP1. Piège bête et méchant mais il faut faire attention à ne pas aller trop vite.



- D. La traversée de la zone pellucide dure entre 20 et 30 minutes.

**VRAI** La zone pellucide est environ de 20  $\mu\text{m}$  de largeur et la vitesse de traversée du spermatozoïde est environ de 1  $\mu\text{m}/\text{min}$ .

- E. La réaction acrosomique a un rôle uniquement facilitateur dans la traversée de la zone pellucide et n'est donc pas indispensable pour la fusion gamétique.

**FAUX** Alors plusieurs termes sont à différencier dans cette partie du cours, on va tout reprendre étape par étape.

- Les rameaux glucidiques de ZP3 portés par la ZP vont interagir avec des récepteurs sur la membrane cellulaire du spermatozoïde (=spz), cette dernière n'est présente qu'avant la réaction acrosomique.
- Ensuite la réaction acrosomique a lieu, la membrane interne du spermatozoïde est ainsi extériorisée et des enzymes acrosomiques sont extériorisées telles que l'acrosine. Attention, ces enzymes ont un rôle **non indispensable** à la traversée mais facilitant cette dernière.
- Par la suite, des récepteurs situés sur la membrane acrosomique interne du spz vont interagir avec ZP2. Par conséquent la réaction acrosomique est indispensable à la traversée de la zone pellucide sinon il n'y a pas de fixation à ZP2.
- Pour finir, le spz finit son bonhomme de chemin en 30 min grâce à un mouvement hyperactif obtenu lors de la capacitation du spz dans les voies génitales féminines.

Il faut donc bien retenir que l'acrosine est une enzyme non indispensable à la traversée de la zone pellucide mais que la réaction acrosomique quant à elle est indispensable.

### **Question 56 – Concernant la fécondation : RIEN**

- A. Les enzymes libérées au cours de la réaction acrosomique telles que l'acrosine sont indispensables à la traversée de la zone pellucide.

**FAUX** Certes elles ont un rôle dans cette traversée mais ce rôle est uniquement **facilitant**, il n'est pas indispensable à la traversée.

- B. Lors de la liaison du spermatozoïde à ZP3, la partie glucidique de ZP3 est la partie conservée entre les espèces.

**FAUX** C'est la partie glucidique qui constitue la partie variable entre les espèces, cette dernière étant portée par l'ovocyte, c'est ce dernier qui fait la spécificité de l'espèce. La partie protéique quant à elle est relativement conservée entre les espèces.

- C. La région du spermatozoïde concernée par la fusion des membranes plasmiques entre gamètes est la membrane acrosomique interne.

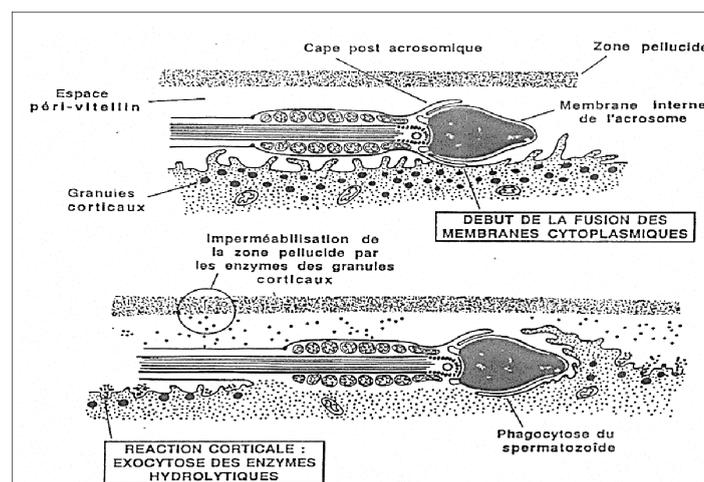
**FAUX** Il s'agit de la cape post-acrosomique, elle porte des protéines possédant des sous unités permettant la fusion gamétique.

- D. La sous unité  $\alpha$  de la cape post-acrosomique correspond à une disintégrine qui se lie à une intégrine de l'ovocyte.

**FAUX** La sous unité  $\alpha$  correspond à un peptide de fusion permettant la fusion des membranes à proprement parler. C'est la sous unité  $\beta$  qui correspond à une disintégrine qui se lie à une intégrine ovocytaire.

- E. La fusion membranaire ne concerne que la partie tête du spermatozoïde, tout le flagelle dégénère par la suite.

**FAUX** La fusion membranaire concerne le spermatozoïde *in toto*. Elle commence par la région post-acrosomique (où les sous unités  $\alpha$  et  $\beta$  permettent la fusion) et se poursuit sur tout le flagelle. La dégénérescence du flagelle se déroule tout de suite après la fusion avec l'ovocyte, en effet des enzymes ovocytaires vont attaquer le flagelle quelques minutes après la fusion.



NB : Il ne faut jamais oublier qu'un QCM peut ne pas avoir de réponses justes même en embryologie !

### **Question 57 – Concernant la fécondation : A**

- A. La technique d'ICSI (*Intra-Cytoplasmic Sperm Injection*) montre bien le fait que l'activation de l'œuf n'est pas la conséquence directe de la fusion gamétique.

**VRAI** le spermatozoïde est injecté directement dans le cytoplasme de l'ovocyte à l'aide d'une pipette, sans fusion préalable des membranes, et l'activation de l'œuf à lieu tout de même grâce aux oscillations calciques.

B. La fécondation a lieu au niveau de l'isthme tubaire.

**FAUX** Elle a lieu au niveau de l'ampoule tubaire !

C. Lors de la fécondation, on observe une phagocytose du spermatozoïde par l'ovocyte.

**FAUX** C'est un phénomène de fusion entre le spermatozoïde et l'ovocyte et non un phénomène de phagocytose.

D. Les oscillations calciques sont engendrées par l'apport dans l'ovocyte d'une phospholipase « zêta » contenue dans le cytoplasme ovocytaire.

**FAUX** Cette phospholipase est contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde.

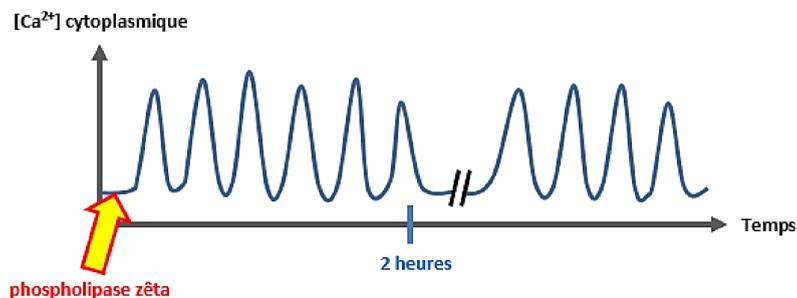
E. Le centriole distal du spermatozoïde évolue en *spermaster*.

**FAUX** C'est le centriole proximal qui évolue en *spermaster*. Les microtubules de l'œuf se forment exclusivement à partir de ce dernier.

### **Question 58 – Concernant l'activation de l'œuf : ACE**

A. La réaction corticale est la conséquence des oscillations calciques et non directement de la fusion membranaire.

**VRAI** Ces oscillations sont provoquées par la phospholipase zêta contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde.



B. La réaction corticale est un évènement tardif.

**FAUX** C'est un évènement précoce. Tout ce qui se passe après la réaction corticale est dit tardif.

C. L'imperméabilisation de la zone pellucide permet d'éviter les polyspermies et est permise par la réaction corticale.

**VRAI** La polyspermie correspond à une pénétration d'au moins 2 spermatozoïdes dans la zone pellucide.

D. La formation des pronoyaux est un évènement précoce.

**FAUX** Elle se déroule après la réaction corticale donc on parle d'évènement tardif.

E. La transmission du génome mitochondrial est dite non mendélienne.

**VRAI** Les mitochondries du pronucleus mâle sont détruits, par conséquent les pathologies mitochondriales sont exclusivement d'origine maternelle.

**Question 59 – Concernant les anomalies du zygote de nature chromosomique (fécondation) : BDE**

A. Si on a une triploïdie obtenue par diandrie, alors le zygote ne peut pas avoir une formule chromosomique 69, XXX.

**FAUX** Dans une triploïdie obtenue par diandrie (= dispermie) on retrouve 2 pronucléi mâles et 1 pronucléus femelle. Or le pronucléus femelle est toujours 23, X, tandis que le mâle est soit 23,X, soit 23,Y.

Les formules chromosomiques possibles sont donc :

- 69, XXX (Ovocyte : 23, X / spz1 : 23, X / spz2 : 23, X)
- 69, XXY (Ovocyte : 23X / spz1 : 23, X / spz2 : 23, Y)
- 69, XYY (Ovocyte : 23X / spz1 : 23, Y / spz2 : 23, Y)

B. Le développement parthénogénétique correspond à l'activation de l'ovocyte sans qu'il n'y ait eu fécondation par un spermatozoïde.

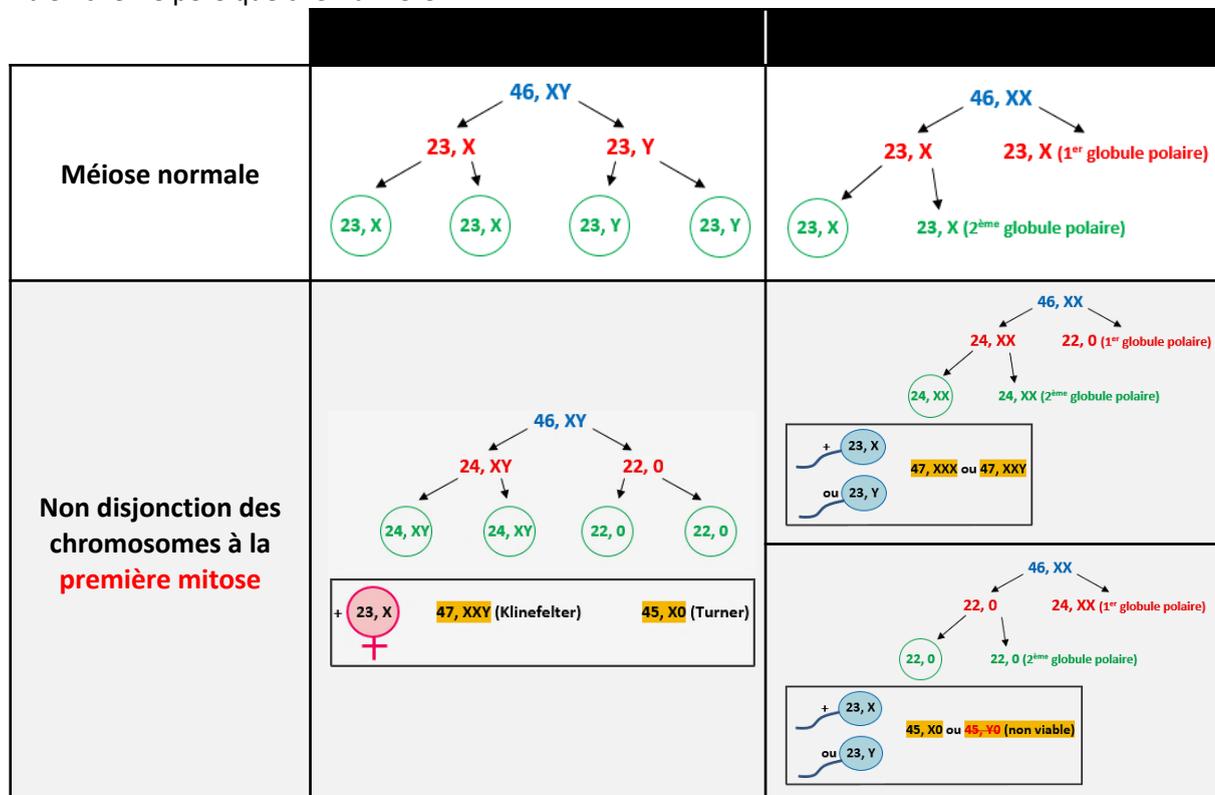
**VRAI** Ce phénomène a lieu le plus souvent chez les insectes.

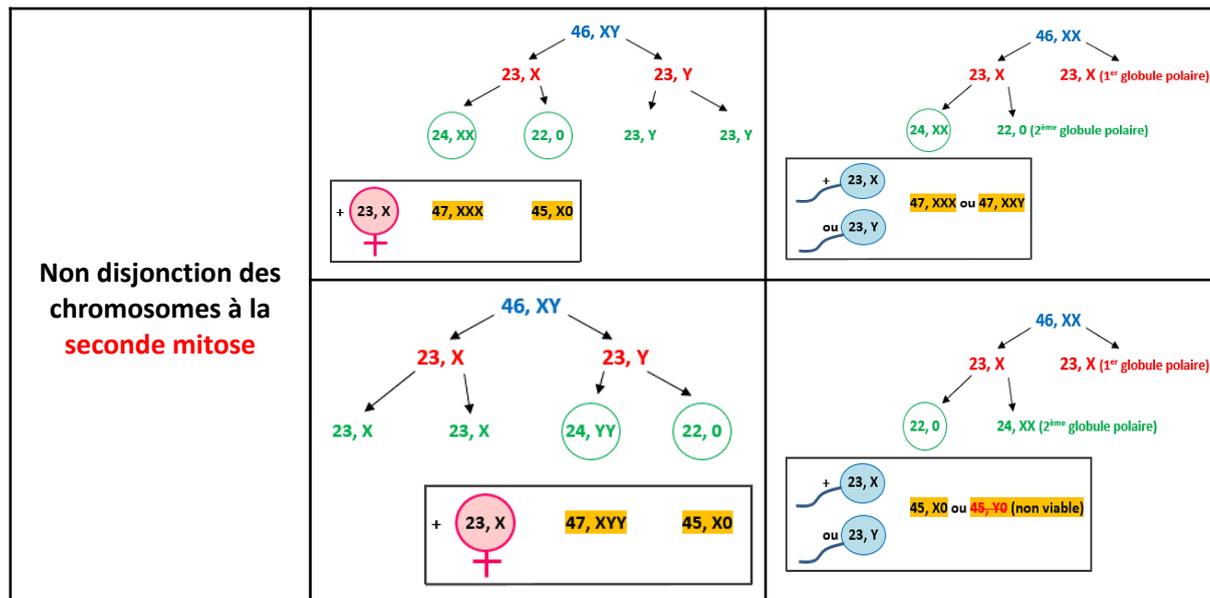
C. Un syndrome de Klinefelter (47, XXY) est dû à une anomalie de méiose I ou de méiose II chez le père ou chez la mère.

**FAUX** Ce syndrome est dû à une anomalie soit en méiose I chez le père. Soit en méiose I ou II chez la mère.

D. Un syndrome de Turner (45, XO) peut être dû à une anomalie de méiose II chez le père.

**VRAI** Un syndrome de Turner peut être dû à une anomalie de la méiose I comme de la méiose II, aussi bien chez le père que chez la mère.





E. La trisomie 21 est un exemple d'aneuploïdie par excès.

**VRAI** Une anomalie portant sur le nombre de chromosome constitue une aneuploïdie. Dans le cas de la trisomie 21, on a un chromosome en excès sur la 21<sup>ème</sup> paire.

## Concours blanc – 2016/2017

### **Question 60 – Concernant la fécondation : AE**

A. La progestérone imperméabilise la glaire cervicale en phase lutéale.

**VRAI.** Le mucus est éclairci par l'œstradiol au moment de l'ovulation pour permettre le passage des spermatozoïdes, puis il s'épaissit et devient imperméable en phase lutéale sous l'effet de la progestérone sécrétée par le corps jaune.

B. L'acidité du canal cervical entraîne une destruction de 99 % des spermatozoïdes.

**FAUX.** Le pH est acide dans le vagin (pH=5) mais il est basique dans le canal cervical ce qui autorise les spermatozoïdes à séjourner plusieurs jours dans les cryptes glandulaires.

C. Le mouvement hyperactif est indispensable à la traversée du *cumulus oophorus* et de la zone pellucide.

**FAUX.** Le mouvement hyperactif est indispensable à la traversée de la jonction utéro tubaire et de la zone pellucide. Le cumulus oophorus est suffisamment lâche pour être traversé sans mouvement hyperactif à cause de la sécrétion d'acide hyaluronique par les cellules folliculeuses. Par contre en pratique, un spermatozoïde qui n'exprime pas le mouvement hyperactif ne pourra pas atteindre le cumulus puisqu'il n'aura pas pu traverser la jonction utéro-tubaire.

D. Les conséquences de la capacitation sont visibles en microscopie électronique.

**FAUX.** En microscopie électronique les spermatozoïdes sont fixés, le mouvement hyperactif n'est donc pas observable.

E. Les rameaux glucidiques des glycoprotéines ZP2 et ZP3 sont spécifiques de l'espèce.

**VRAI.** Les glycoprotéines de la zone pellucide sont formées d'une partie protéique conservée entre les espèces et de rameaux glucidiques spécifiques qui pointent hors de la structure.

### **Question 61 – Concernant l'interaction gamétique et l'activation de l'œuf : CE**

A. Le spermatozoïde doit avoir au préalable réalisé sa réaction acrosomique pour pouvoir traverser la zone pellucide.

**FAUX.** La réaction acrosomique doit avoir lieu pendant la traversée, entre la liaison à ZP3 et la liaison à ZP2. En effet, les récepteurs à ZP3 sont situés sur la membrane plasmique du spermatozoïde, tandis que les récepteurs à ZP2 sont sur la membrane acrosomique interne.

B. Les enzymes acrosomiques sont indispensables à la traversée de la zone pellucide.

**FAUX.** Les enzymes ont uniquement un rôle facilitateur, elles accélèrent la traversée mais elles ne sont pas indispensables. La réaction acrosomique en elle-même est par contre indispensable.

C. La fusion des membranes de l'ovocyte et du spermatozoïde met en jeu des désintégrines portées par le spermatozoïde, qui sont démasquées par la réaction acrosomique.

**VRAI.** Les désintégrines sont portées par la membrane post-acrosomique du spermatozoïde.

D. L'activation de l'œuf est permise par l'action de la phospholipase *zêta* portée par la membrane post-acrosomique du spermatozoïde.

**FAUX.** La phospholipase *zêta* est contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde. La membrane post-acrosomique joue un rôle dans la fusion membranaire, elle porte des dimères composés d'une sous-unité *alpha* (un peptide de fusion), et une sous-unité *beta* (une désintégrine).

E. La réaction corticale est le seul événement précoce de l'activation de l'œuf.

**VRAI.** La réaction corticale ne nécessite que quelques oscillations calciques, c'est donc un événement précoce. On considère que tout ce qui a lieu après la réaction corticale fait partie des événements tardifs.

### **Question 62 : Concernant la fécondation et ses anomalies : CE**

A. Lors de la formation des pronoyaux, les histones du spermatozoïde sont remplacées par des protamines codées par le génome haploïde.

**FAUX.** Cet événement est une étape de la spermatogénèse. Lors de la formation des pronoyaux, les protamines qui ont été introduites pendant la spermatogénèse sont remplacées par des histones d'origine ovocytaire.

B. Les mitochondries, le flagelle et les centrioles du spermatozoïde sont entièrement détruits.

**FAUX.** Le centriole proximal n'est pas détruit, il évolue en spermastère pour former les microtubules de l'œuf.

C. Le stade « deux *pronuclei* » est visible entre 25 et 30 heures après la rencontre gamétique.

**VRAI.**

D. Une diandrie est une polyploïdie d'origine exclusivement paternelle.

**FAUX.** Une diandrie est une triploïdie, c'est-à-dire que la cellule contient trois lots de chromosomes au lieu de deux, avec un lot de chromosomes surnuméraire d'origine paternelle. Elle peut résulter

d'une anomalie de la méiose masculine qui aboutit à un spermatozoïde diploïde au lieu d'haploïde. Mais elle peut aussi résulter d'une fécondation double : soit les deux spermatozoïdes pénètrent en même temps dans la zone pellucide (ce qui est très rare), soit la réaction corticale est défectueuse donc la zone pellucide n'est pas imperméabilisée après la pénétration du premier spermatozoïde et un autre peut féconder l'ovocyte à sa suite. Si le problème vient de la réaction corticale, alors l'origine de l'anomalie est maternelle et non paternelle.

E. Dans un syndrome de Klinefelter (47, XXY) d'origine paternelle, l'anomalie ne peut provenir que de la méiose I.

**VRAI.** Si l'anomalie vient du père, il y a fécondation d'un ovocyte normal (23, X) avec un spermatozoïde anormal (24, XY). Une anomalie de la méiose II aurait donné un spermatozoïde (24, XX) ou (24, YY), à cause de la non-disjonction des chromatides du même chromosome sexuel. Ici il s'agit d'une anomalie de la méiose I, donc d'une non-disjonction des chromosomes sexuels.

## Epreuve majeure n°2 – 2016/2017

### **Question 63 – Concernant la fécondation : ABDE**

A. La migration de l'ovocyte se fait entièrement de manière passive.

**VRAI.** Contrairement au spermatozoïde, l'ovocyte se déplace de manière passive. Il est guidé par les cils des trompes et par les fluides utérins. Mais il n'est pas à l'origine de son mouvement, on ne parle donc pas de mouvement actif.

B. Le spermatozoïde franchit la zone pellucide de manière active.

**VRAI.** Tout à fait. J'ai mis cet item pour vous montrer la nuance entre actif et hyperactif. Le spermatozoïde franchit la zone pellucide de manière active et de manière hyperactive. Un mouvement hyperactif est un cas particulier d'un mouvement actif.

C. L'œstradiol permet de former un mucus dense et imperméable au spermatozoïde.

**FAUX.** L'œstradiol permet de former un mucus clair qui laisse passer les spermatozoïdes.

D. On n'observe pas de phénomène de capacitation dans les voies génitales masculines. Ce phénomène est réversible contrairement à la réaction acrosomique.

**VRAI.** Le spermatozoïde est produit directement avec la capacité dans les voies génitales masculines, on n'assiste pas à une capacitation à proprement parler. En revanche, il y a bien une décapacitation. La capacitation est bien un phénomène réversible contrairement à la réaction acrosomique.

E. La réaction corticale permet d'éviter la polyspermie.

**VRAI.** La réaction corticale imperméabilise la zone pellucide et empêche ainsi le passage d'un deuxième spermatozoïde. Elle se déroule au tout début de l'activation de l'œuf. C'est le premier signe qui témoigne de cette activation.

### **Question 64 – Concernant la fécondation : ABCDE**

A. Le rapprochement des *pronuclei* est assuré par le centrosome, dérivé du centriole proximal du spermatozoïde.

**VRAI.** Il faut donc noter que la migration des pronuclei est passive. Ils sont guidés par le centriole, ils n'avancent pas d'eux même.

B. La fusion du spermatozoïde est tangentielle par rapport à la membrane ovocytaire.

**VRAI.** Regardez bien le schéma sur la diapo, la fusion des deux gamètes se fait de manière à ce que le spermatozoïde soit tangentiel par rapport à la membrane ovocytaire.

C. Dans le *pronucleus* mâle, on assiste à une décondensation de la chromatine par rapport au spermatozoïde.

**VRAI.** Dans le spermatozoïde, la condensation de la chromatine est particulièrement importante car la chromatine ne joue aucun rôle. Ainsi lorsque que les pronuclei males se forme cette dernière se décondense un peu pour permettre la mise en place d'une activité mitotique.

D. Lorsque le globule polaire est expulsé, il se retrouve entre la zone pellucide et la membrane ovocytaire.

**VRAI.** On peut le voir sur la diapo du Professeur Guerin. Le globule est expulsé en dehors de l'ovocyte mais reste bloqué sous la zone pellucide.

E. Les rameaux glucidiques de ZP3 portés par la zone pellucide entrent en contact avec la membrane cellulaire du spermatozoïde sur le modèle ligand-récepteur. Cette liaison est d'une grande solidité.

**VRAI.** Item un peu long mais qui aborde plusieurs notions bien à savoir. Les rameaux glucidiques sont bien portés par la zone pellucide. Ce sont eux qui permettent la spécificité inter espèces de la fécondation.

## Epreuve majeure n°1 – 2016/2017

### **Question 65 – Concernant la fécondation : AE**

A. Le myomètre est situé entre l'endomètre et la séreuse.

**VRAI.** L'utérus est composé de trois couches, de l'intérieur vers l'extérieur endometremyometre-séreuse. L'endomètre est une muqueuse où l'œuf va venir s'accrocher, le myomètre est une musculature qui permet les contractions lors de l'accouchement.

B. Au moment de l'insémination, les spermatozoïdes remontent immédiatement le canal cervical.

**FAUX.** Au moment de l'insémination, les spermatozoïdes coagulent puis sous l'action d'enzymes, ils sont libérés au bout de 15 min environ.

C. Le vagin possède des cryptes glandulaires au pH basique ce qui peut servir de réservoir pour les spermatozoïdes.

**FAUX.** Le vagin possède un pH acide. Les cryptes basiques sont situées au niveau du canal cervical.

D. 1 % des spermatozoïdes atteignent l'ampoule tubaire.

**FAUX.** 1% des spermatozoïdes franchit le canal cervical, l'énorme majorité étant détruite par le pH acide du vagin. Ils sont encore moins à atteindre l'ampoule tubaire, seulement une dizaine. En effet, certains restent bloqués dans les jonctions car ils n'acquiescent pas tous le mouvement hyperactif nécessaire.

E. Les spermatozoïdes n'ont pas besoin du mouvement hyperactif pour franchir le canal cervical.

**VRAI.** Tout à fait. Certes, le passage du canal cervical est un passage actif. Mais cela ne signifie pas mouvement hyperactif, ce sont deux choses bien différentes. En résumé, il y a deux passages actifs, le canal cervical et la jonction utero-tubaire. Le mouvement hyperactif permet-lui d'avancer de manière plus efficace.

### **Question 66 – Concernant la fécondation : AC**

A. La décapacitation a lieu dans les voies génitales masculines.

**VRAI.** La décapacitation a lieu dans le tractus génital masculin. Cela permet de protéger les voies de la reproduction chez l'homme. Mais pour féconder l'ovocyte, le spermatozoïde a besoin d'être capacité, cela a lieu chez la femme qui elle peut supporter des spermatozoïdes capités.

B. Lors de la capacitation, la membrane est stabilisée.

**FAUX.** Lors de la capacitation la membrane est déstabilisée, cela permet un mouvement du flagelle plus anarchique mais plus efficace.

C. Le mouvement du flagelle hyperactivé est visible en microscopie optique.

**VRAI.** La capacitation permet l'hyperactivation du spermatozoïde. Le flagelle acquiert un mouvement particulier qui est visible en microscopie optique. Ce mouvement n'est pas visible en microscopie électronique car pour cette technique, il faut immobiliser le spermatozoïde, il est donc difficile d'observer un mouvement.

D. Pour permettre l'interaction gamétique, le spermatozoïde passe la zone pellucide puis le *cumulus oophorus*.

**FAUX.** C'est l'inverse, le spermatozoïde franchit d'abord le cumulus oophorus. Cette couche est peu dense, le spermatozoïde peut la franchir sans enzyme. Ensuite, le gamète masculin franchit la zone pellucide qui elle nécessite l'utilisation d'enzymes.

E. La zone pellucide possède une structure particulière, elle est formée de l'alternance de ZP1 et ZP2 reliés entre eux par des ZP3.

**FAUX.** Elle est bien formée d'une alternance de ZP. Mais elle est formée d'une association de ZP2 et ZP3 qui sont reliés par ZP1

### **Question 67 – Concernant la traversée de la zone pellucide : CD**

A. Les récepteurs à ZP3 sont portés par la membrane acrosomique externe du spermatozoïde tandis que les récepteurs à ZP2 sont portés par la membrane acrosomique interne.

**FAUX.** Les récepteurs à ZP3 sont portés par la membrane plasmique du spermatozoïde. La liaison de ZP3 à son récepteur se réalise en premier, puis la réaction acrosomique a lieu : il y a fusion de la membrane plasmique avec la membrane acrosomique externe (ces 2 membranes disparaissent), ce qui extériorise la membrane acrosomique interne. La liaison de ZP2 à son récepteur est ensuite permise, les récepteurs à ZP2 étant bien portés par la membrane acrosomique interne.

B. La partie protéique des glycoprotéines ZP2 et ZP3 est reconnue spécifiquement par leurs récepteurs, ce qui rend impossible la reproduction inter-espèces.

**FAUX.** La partie protéique est conservée entre les espèces, c'est la partie glucidique qui est responsable de la spécificité.

C. Une réaction acrosomique pendant la traversée du cumulus oophorus rend impossible la traversée de la zone pellucide.

**VRAI.** En effet la liaison à ZP3 serait impossible car ses récepteurs ne seraient plus présents. La réaction acrosomique ne peut avoir lieu à un autre moment qu'entre la liaison à ZP3 et la liaison à ZP2, c'est-à-dire pendant la traversée de la zone pellucide et non avant.

D. La traversée de la zone pellucide se réalise à une vitesse d'environ 1µm/min.

**VRAI.** La zone pellucide mesure 20  $\mu\text{m}$  de largeur et la traversée dure environ 20 à 30 min.

E. L'acrosine est une enzyme acrosomique indispensable à la traversée.

**FAUX.** Les enzymes acrosomiques ne sont pas indispensables, elles ont uniquement pour rôle de faciliter la traversée.

### **Question 68 – À propos de la fusion gamétique : ABE**

A. La membrane de la cape post-acrosomique du spermatozoïde est organisée en dimères constitués d'une sous-unité  $\alpha$ , un peptide de fusion, et une sous-unité  $\beta$ , une disintégrine.

**VRAI. Tout est dit.**

B. La liaison de la sous-unité  $\beta$  à une intégrine portée par l'ovocyte a lieu avant l'action de la sous-unité  $\alpha$ .

**VRAI.** Le spermatozoïde doit d'abord s'accrocher à l'ovocyte par la liaison intégrine – disintégrine pour que le peptide de fusion puisse agir.

C. La fusion membranaire concerne uniquement la région de la cape post-acrosomique, le reste du spermatozoïde étant phagocyté par l'ovocyte.

**FAUX.** La fusion commence par la cape post-acrosomique mais concerne ensuite tout le spermatozoïde. Le spermatozoïde se positionne de manière tangentielle à la membrane ovocytaire et fusionne sur toute sa longueur. Attention, ce n'est pas une phagocytose !

D. Une fois la fusion terminée, les granules corticaux contenus dans le cytoplasme ovocytaire sont expulsés dans l'espace périvitellin.

**FAUX.** La réaction corticale a lieu dès le début de la fusion.

E. Une réaction corticale défectueuse peut provoquer une triploïdie par diandrie.

**VRAI.** En effet le rôle de la réaction corticale est d'imperméabiliser la zone pellucide pour éviter qu'un autre spermatozoïde puisse la traverser et féconder l'ovocyte lui aussi. Ainsi si cette imperméabilisation n'a pas lieu, une fécondation double est possible.

### **Question 69 – À propos de l'activation de l'œuf : ACD**

A. Elle peut avoir lieu sans fusion gamétique expérimentalement.

**VRAI.** En effet elle n'est pas la conséquence de la fusion des membranes mais des oscillations calciques. Par exemple lors de la technique d'ICSI, l'œuf est active alors qu'il y a eu intégration directe du spermatozoïde dans l'ovocyte sans fusion.

B. Elle est la conséquence des oscillations calciques déclenchées par une phospholipase ovocytaire.

**FAUX.** La phospholipase zêta est apportée par le spermatozoïde, elle est contenue dans son cytoplasme.

C. La libération pulsatile de calcium est permise par la fixation d'inositol triphosphate sur le réticulum endoplasmique lisse de l'ovocyte.

**VRAI.**

D. La formation des pronoyaux nécessite plus d'oscillations calciques que la réaction corticale.

**VRAI.** La réaction corticale est un événement précoce de l'activation de l'œuf, qui ne nécessite que quelques oscillations. Tout ce qui a lieu après la réaction corticale est considéré comme tardif.

E. Les oscillations calciques ont lieu pendant 6 à 7 heures.

**FAUX.** Elles ont lieu pendant environ 2 heures. Elles déclenchent la formation des pronoyaux, qui elle a lieu en 6 à 7 heures.

### **Question 70 – À propos de la terminaison de la fécondation : ABCDE**

A. Les protamines qui remplaçaient les histones de la spermatide ronde sont à leur tour remplacées par des histones ovocytaires.

**VRAI.**

B. Les microtubules de l'œuf se forment à partir du *spermaster*, qui dérive du centriole proximal du spermatozoïde.

**VRAI.**

C. Lors de la formation des pronoyaux, l'enveloppe nucléaire de l'ovocyte se reconstitue, avant de disparaître à nouveau lors de la pré-métaphase de la première division de l'œuf.

**VRAI.** Les enveloppes nucléaires de l'ovocyte et du spermatozoïde disparaissent lors de la fin de la prophase – début de métaphase.

D. Lors de la prophase de la première division de l'œuf, les pronoyaux ont une formule chromosomique [N, 2C].

**VRAI.** En effet la première division est précédée d'une phase S, ce qui fait passer les gamètes de (N, C) à (N, 2C).

E. Le stade 2 blastomères est obtenu entre 25 et 30 heures après la rencontre gamétique.

**VRAI.** Le temps 0 de la fécondation correspond à la pénétration des cellules du cumulus oophorus par le spermatozoïde, on compte les heures à partir de ce moment.

## Concours Blanc – 2015/2016

### **Question 71 - Concernant la fécondation dans l'espèce humaine : D**

A. Les spermatozoïdes peuvent séjourner plusieurs jours dans le vagin, puis dans les cryptes cervicales.

**FAUX,** les spermatozoïdes sont rapidement détruits dans le vagin dû au pH acide (environ 5), par contre les spermatozoïdes peuvent survivre plusieurs jours dans les cryptes cervicales (nourris par les glycoprotéines).

B. Dans les voies génitales féminines, les spermatozoïdes ont une durée de vie sensiblement égale à celle de l'ovocyte.

**FAUX,** les spermatozoïdes peuvent avoir une durée de vie jusqu'à 7 jours alors que celle de l'ovocyte n'est que de 12 à 24h ! Ceci explique qu'un rapport peut être fécondant même si on est à une semaine de l'ovulation !

C. Au cours de la première partie du cycle (J0 à J14), la glaire cervicale s'épaissit sous action de la progestérone, ce qui explique que la fécondation n'a lieu qu'au cours de la deuxième partie du cycle.

**FAUX**, c'est au cours de la deuxième partie du cycle que la glaire cervicale s'épaissit, car la progestérone n'est sécrétée que pendant la deuxième partie du cycle.

D. Les spermatozoïdes ont besoin d'un mouvement actif pour passer le canal cervical.

**VRAI**, c'est pour cela qu'un spermatozoïde mal formé ne pourra pas aller très loin. On a donc à ce niveau une sélection quantitative et qualitative.

E. Le mouvement hyperactivé, signe de la capacitation, ne peut se voir qu'en microscope électronique.

**FAUX**, en microscope optique ! Car pour analyser en microscope électronique souvenez-vous qu'il faut faire des coupes très fines, et donc le spz sera mort ! Or s'il est mort on ne peut pas observer de mouvements.

### **Question 72 – Concernant la fécondation : CDE**

A. Quand un spermatozoïde arrive dans le massif cellulaire du cumulus oophorus, aucun autre ne peut entrer dans cette zone.

**FAUX**, c'est à partir du moment où le spermatozoïde va fusionner avec la membrane ovocytaire que la réaction corticale va s'effectuer. Il se peut que plusieurs spermatozoïdes arrivent dans un même laps de temps dans le cumulus oophorus.

B. Du fait de la transmission mendélienne du génome mitochondrial, les maladies concernant celui-ci vont donc être très graves.

**FAUX**, c'est une transmission non mendélienne (contrairement à l'ADN). Cela signifie que c'est uniquement la mère qui va transmettre le génome mitochondrial. En effet les mitochondries du spermatozoïde sont détruites une fois la fusion des gamètes effectuée.

C. Après la fusion des gamètes, le centriole proximal provenant du spermatozoïde va évoluer en spermaster.

**VRAI.**

D. Lors des oscillations calciques, le  $Ca^{2+}$  est libéré à partir du compartiment cytoplasmique de réserve qu'est le réticulum endoplasmique lisse.

**VRAI**, cela se fait à la manière d'un cycle libération-recapture.

E. La différence entre une anomalie de formule chromosomique homogène et non homogène correspond au fait que la première est une anomalie méiotique et la deuxième mitotique.

**VRAI**, une anomalie de méiose pour un gamète participant à la fécondation va donner un œuf portant la mutation dans toutes ses cellules (formule chromosomique homogène). Une anomalie survenant dans une mitose de segmentation de l'œuf va donner une mutation dans une cellule et ses descendantes mais pas dans l'ensemble des cellules (formule chromosomique inhomogène = mosaïque).

## **Épreuve majeure n°2 – 2015/2016**

### **Question 73 - Concernant la fécondation : ADE**

A. Lors de la liaison entre ZP3 et le spermatozoïde, la partie protéique est la région conservée entre les espèces.

**VRAI**, tandis que la partie glucidique est la partie spécifique de l'espèce.

B. La réaction acrosomique correspond à la fusion des membranes interne et externe de l'acrosome.

**FAUX**, la réaction acrosomique correspond à la fusion de la membrane externe de l'acrosome avec la membrane plasmique.

C. La polyspermie est empêchée grâce à la réaction acrosomique.

**FAUX**, celle-ci est empêchée grâce à la réaction corticale qui imperméabilise l'espace périvitellin.

D. Les oscillations calciques ont lieu pendant environ deux heures.

**VRAI**, par pics répétés de manière constante et périodique.

E. Lors de la formation du pronoyau femelle, on observe la reconstitution de l'enveloppe nucléaire.

**VRAI**, afin qu'il n'y ait pas de mélange trop précoce des produits chromosomiques à un moment inapproprié.

### **Question 74 - À propos de la fécondation : AD**

A. Le centrosome assure le rapprochement des deux pronucléi et cela est possible grâce à un organite provenant du spermatozoïde.

**VRAI**, en effet le centrosome provient du centriole proximal du spermatozoïde.

B. On peut aisément différencier les deux pronoyaux en microscopie optique.

**FAUX**, bien que celui du mâle semble un peu plus gros, il est très difficile voire impossible de différencier les deux pronoyaux.

C. Lors de la première métaphase faisant suite à la réunion des pronoyaux, les 23 chromatides paternelles et les 23 maternelles se retrouvent sur le même fuseau.

**FAUX**, on parle ici des chromosomes. En effet on en a bien 23+23. En ce qui concerne les chromatides, on en aura en double, puisqu'avant la métaphase on est sur une formule chromosomique équivalente à  $2N$  ;  $4C$ .

D. Au stade 2 blastomères on peut voir deux cellules et deux globules polaires entourées par une zone pellucide.

**VRAI**, on voit cela en microscopie.

E. La polypléidie la plus fréquente est la digynie du fait d'un problème télophasique.

**FAUX**, la polypléidie la plus fréquente est celle par diandrie, c'est-à-dire par fécondation simultanée de deux spermatozoïdes. Cela peut être dû à une fécondation double, ou bien à une réaction corticale un peu trop lente. Quant à elle, la polypléidie par digynie est moins fréquente. Le phénomène se réalise par non expulsion du premier ou du deuxième globule polaire. Le problème est donc ici souvent télophasique.

## Épreuve majeure n°1 – 2015/2016

### **Question 75 - Concernant la migration des spermatozoïdes : BCE**

A. Lors de la période ovulatoire, tous les spermatozoïdes inséminés dans le vagin vont se retrouver dans la cavité utérine.

**FAUX**, effectivement il y a des zones où les spermatozoïdes ne vont pas tous passer, il s'agit d'abord du fait que tous ne rentrent pas dans le canal cervical et de ceux qui y rentrent, tous n'en sortent pas. On considère que moins de 1% arrive dans cette cavité utérine avec environ 500 000 spermatozoïdes (sur 200 à 300 millions inséminés).

B. Le corps jaune sécrète la progestérone, qui rend le mucus cervical imperméable.

**VRAI**, effectivement le corps jaune développé une fois l'ovulation effectuée sécrète de la progestérone qui rend le canal cervical imperméable. Cela est possible grâce à la densification du mucus cervical.

C. Dans le canal cervical s'effectue l'élimination du plasma séminal des spermatozoïdes.

**VRAI**, le plasma séminal provenant des sécrétions des vésicules séminales est effectivement éliminé au sein de ce canal. Cela constitue de plus la première étape de la capacitation nécessaire à la fécondation.

D. Lorsque les spermatozoïdes arrivent au niveau du segment isthmique de la trompe, ils seront de nouveau englués dans du mucus, duquel ils pourront sortir comme ils en sont entrés.

**FAUX**, les spermatozoïdes ne pourront sortir de ce segment isthmique que s'ils expriment un mouvement dit hyperactivé.

E. Plusieurs heures après l'insémination, quelques dizaines de spermatozoïdes par vagues, vont commencer à arriver auprès du gamète féminin.

**VRAI**, en effet quelques dizaines de spermatozoïdes vont s'échapper par vagues du segment isthmique grâce à leur mouvement hyperactif, arrivant donc dans l'ampoule.

### **Question 76 - Concernant les spermatozoïdes dans la fécondation : C**

A. La capacitation des spermatozoïdes s'effectue dans le tractus génital masculin.

**FAUX**, c'est la décapacitation qui s'effectue dans le tractus génital masculin, et la capacitation dans le tractus génital féminin.

B. La fluidification et la déstabilisation de la membrane du spermatozoïde par élimination d'albumine remplacée par du cholestérol appartiennent à la capacitation.

**FAUX**, c'est l'inverse, le cholestérol est éliminé au profit de l'albumine. De plus le cholestérol étant une molécule rigidifiant les membranes, son élimination fluidifie donc la membrane du spermatozoïde.

C. La capacitation donne au spermatozoïde le pouvoir de se mouvoir de manière hyperactive.

**VRAI**, la capacitation a pour conséquence : I) l'hyperactivation possible du spermatozoïde ; II) la capacité à déclencher la réaction acrosomique.

D. L'ensemble des spermatozoïdes en état dit capacité déclenche systématiquement leur réaction acrosomique.

**FAUX**, ce ne sont que ceux qui iront se lier à la zone pellucide entourant l'ovocyte, autrement dit très peu.

E. Au contact de la zone pellucide la partie glucidique du spermatozoïde adhère en premier lieu avec la partie protéique de ZP3.

**FAUX**, c'est l'inverse le spermatozoïde possède un résidu protéique qui est conservé dans les espèces, tandis que la ZP3 possède des résidus glucidiques spécifiques d'une espèce.

### **Question 77 - Concernant la capacitation et la traversée de la zone pellucide : CD**

A. La capacitation tout comme la réaction acrosomique est réversible.

**FAUX**, la capacitation est réversible, mais pas la réaction acrosomique. En effet une fois qu'on a libéré les enzymes et qu'on a détruit la membrane acrosomique externe du spermatozoïde on ne peut plus les récupérer.

B. Elle n'est pas indispensable à la fécondation.

**FAUX**, puisque le mouvement hyperactivé est essentiel à la traversée de la zone pellucide, il faut pour l'avoir avoir été capacité préalablement.

C. La traversée du cumulus oophorus ne nécessite pas l'intervention d'enzymes.

**VRAI**, il est déjà « déployé ».

D. Durant les 4 étapes pour le franchissement de la zone pellucide, la réaction acrosomique se situe entre la liaison à ZP3 et la liaison à ZP2.

**VRAI**, liaison à ZP3-RA-liaison à ZP2-traversée.

E. Par ailleurs, c'est la partie protéique des ZP3 et ZP2 qui fait la spécificité de l'espèce.

**FAUX**, la partie protéique est la partie qui est conservée entre les espèces donc c'est bien la partie glucidique qui fait la spécificité puisqu'elle est variable.

### **Question 78 - Concernant l'activation de l'œuf et ses conséquences : BC**

A. L'incorporation du spermatozoïde dans l'ovocyte est partielle et est passive : il est phagocyté par l'ovocyte.

**FAUX**, tout est faux : l'incorporation du spermatozoïde est totale, et de plus c'est un phénomène actif, il n'est pas phagocyté par l'ovocyte, c'est une fusion !

B. Un défaut d'hyperactivité du spermatozoïde peut être à l'origine d'une stérilité masculine.

**VRAI**, puisque pour traverser la zone pellucide on a besoin du mouvement hyperactivé essentiellement, si on ne l'a pas, on ne pourra pas traverser la zone pellucide et donc pas de fécondation.

C. L'activation de l'œuf est déclenchée à l'échelle cellulaire par la fusion des membranes gamétiques, alors qu'à l'échelle moléculaire ce sont les oscillations calciques.

**VRAI**.

D. En effet, ces oscillations calciques sont déclenchées par une phospholipase *zêta* d'origine ovocytaire.

**FAUX**, les oscillations calciques sont bien déclenchées par la phospholipase *zêta* mais celle-ci est originaire du spermatozoïde !

E. Lors de la formation des pronoyaux, on assiste à une décondensation de la chromatine et à une destruction de toutes les mitochondries maternelles.

**FAUX**, cela est vrai mais pour ce qui concerne le pronoyau mâle ! On n'aura plus que les mitochondries maternelles dans l'œuf, celles du père étant détruites.

### **Question 79 - Concernant la fécondation : ACDE**

A. La liaison entre la sous-unité beta du dimère portée par le spermatozoïde et l'intégrine portée par l'ovocyte est suivie par l'activation de la sous-unité alpha d'un peptide de fusion.

**VRAI**.

B. La réaction corticale se fait quand le spermatozoïde arrive dans la zone pellucide.

**FAUX**, la réaction corticale se fait une fois qu'un spermatozoïde est intégré *in toto* dans l'ovocyte.

C. L'activation de l'œuf se traduit par une série d'oscillations calciques.

**VRAI.**

D. Les évènements survenant en moins d'une heure après la fusion sont l'exocytose des granules corticaux ainsi que l'achèvement de la méiose ovocytaire.

**VRAI**, en effet ce sont les évènements précoces de l'activation de l'œuf ne nécessitant que très peu d'oscillations calciques.

E. La formation des pronoyaux est une étape tardive de l'activation de l'œuf.

**VRAI**, cela survient plusieurs heures après le début des oscillations calciques.

### **Question 80 - Concernant la fécondation : DE**

A. La pénétration des spermatozoïdes dans le massif des cellules du cumulus oophorus nécessite l'intervention des enzymes présentes dans l'acrosome.

**FAUX**, il n'y a pas besoin contrairement à la traversée de la zone pellucide où les enzymes de l'acrosome ont un rôle favorisant mais pas indispensable.

B. La traversée de la zone pellucide se fait en commençant par une liaison à ZP3 puis à ZP2 afin de pouvoir effectuer la réaction acrosomique.

**FAUX**, on a la liaison à ZP3 puis la réaction acrosomique et enfin la liaison à ZP2.

C. C'est la région acrosomique du spermatozoïde qui est impliquée dans la fusion avec l'ovocyte II.

**FAUX**, c'est la cape post-acrosomique du spermatozoïde qui est impliquée.

D. Les molécules impliquées dans la fusion des gamètes sont des intégrines et des dimères.

**VRAI**, dimères pour le spermatozoïdes et intégrines pour l'ovocyte.

E. La fusion des gamètes et l'activation de l'ovocyte se font en environ deux heures.

**VRAI.**

### **Question 81 - Concernant la fécondation et ses anomalies : CD**

A. La destruction de toutes les mitochondries du spermatozoïde explique que les maladies du génome mitochondrial se transmettent de manière non mendélienne : uniquement les filles sont atteintes.

**FAUX**, les maladies du génome mitochondrial se transmettent bien de manière non mendélienne, mais cela n'a rien à voir avec le sexe de l'œuf ! Cela signifie seulement que si la mère est atteinte, elle aura un risque de le transmettre à son enfant, alors que si le père est atteint, il n'y aura aucun risque pour l'enfant d'être atteint.

B. Le rapprochement des deux pronucléi est assuré par le centrosome, dérivé du centriole distal qui évolue en spermaster.

**FAUX**, l'item est vrai mais on parle du centriole proximal !

**Moyen mnémotechnique : sPermaster- Proximal.**

C. Entre 15h et 24h après la fusion membranaire, au sein de chaque pronucléus, se met en place une phase S.

**VRAI.**

- D. La triploïdie par diandrie est souvent due à une réaction corticale défectueuse ou par une fécondation double.

**VRAI**, à ne pas confondre avec la digynie, qui est un double de matériel génétique maternel qui est dû à une non-expulsion du globule polaire I ou II.

- E. 69, XXY est un exemple de trisomie.

**FAUX**, c'est un exemple de polyploïdie. Une trisomie ou une monosomie ne concerne qu'un chromosome, alors que les polyploïdies concernent tous, donc on aura 3 fois le matériel génétique.

### **Question 82 - Concernant la fécondation et ses anomalies : ACD**

- A. Lors de la réunion des deux gamètes on constate une phase S dans chaque pronoyau.

**VRAI**, en effet chaque pronoyau étant au départ de formule  $N ; C$ , avec une phase de duplication de type S, on passe à des pronoyaux de formule  $N ; 2C$ , qui quand ils seront réunis donneront un œuf  $2N ; 4C$  pouvant immédiatement se diviser par méiose.

- B. A la fin de la prophase de la première division du zygote, on a encore la présence d'enveloppes nucléaires.

**FAUX**, à ce stade on a plus d'enveloppe nucléaire pour les 2 pronoyaux, afin de pouvoir aligner tous les chromosomes sur une même plaque métaphasique et commencer ainsi la première division de l'œuf néoformé.

- C. C'est au cours de la métaphase de la première division de l'œuf que les chromosomes maternels et paternels sont mélangés.

**VRAI**.

- D. La diandrie est un type de polyploïdie pouvant être la conséquence d'un problème ovocytaire.

**VRAI**, effectivement si la réaction corticale (imputable à l'ovocyte) est déficiente, pas assez rapide notamment, il se peut que deux spermatozoïdes viennent féconder en même temps l'ovocyte entraînant une formule chromosomique anormale avec au moins  $3N$ .

- E. La trisomie est une euploïdie par excès d'un chromosome.

**FAUX**, c'est une aneuploïdie par excès, une euploïdie signifie qu'il y a une formule chromosomique normale. Néanmoins une aneuploïdie n'est pas toujours un excès ou un déficit d'un chromosome, elle peut être aussi une polyploïdie.

## Concours Blanc – 2014/2015

### **Question 83 - Concernant la fécondation: CDE**

- A. La fécondation a lieu dans le vagin.

**FAUX** la fécondation a lieu dans l'ampoule tubaire

- B. Le cumulus oophorus est détruit avant la fécondation.

**FAUX**

- C. La reprise de la méiose 2 a lieu uniquement s'il y a reconnaissance membranaire spermatozoïde/ovocyte.

**VRAI** la reconnaissance membranaire permet la fusion des gamètes et déclenche l'activation de l'œuf. Lors de l'activation 2 mécanismes s'enchainent alors : la réaction corticale puis la fin de la méiose II. In vitro, la fusion membranaire n'est pas

indispensable il suffit que la phospholipase zêta agisse pour déclencher l'activation

- D. Les oscillations calciques sont provoquées par la fixation de l'inositol 3P sur les récepteurs du REL.

**VRAI** il y a synthèse d'IP3, puis réception de l'IP3 au niveau du REL et largage de calcium (pulses de calcium)

- E. Le spermatozoïde est entièrement intégré dans l'ovocyte.

**VRAI**

#### **Question 84 - Concernant la capacitation : ADE**

- A. La capacitation est réversible.

**VRAI**

- B. Elle n'est pas nécessaire à la fécondation.

**FAUX** elle est nécessaire

- C. Elle permet l'acquisition du pouvoir fécondant du spermatozoïde.

**FAUX** l'acquisition du pouvoir fécondant a lieu dans l'épididyme, la capacitation démasque le pouvoir fécondant

- D. Elle est caractérisée entre autres par une fluidification de la membrane du spermatozoïde.

**VRAI** il y a une déstabilisation de la membrane par élimination du cholestérol, échangé contre des molécules d'albumine

- E. Elle peut être obtenue après lavage des spermatozoïdes en enlevant le liquide séminal.

**VRAI** liquide séminal éliminé = pré-capacitation **ITEM ANNULE**

### Épreuve majeure n°1 – 2014/2015

#### **Question 85 – Concernant le canal cervical: AE**

- A. Après l'ovulation, le mucus cervical est imperméable et bloque les spermatozoïdes.

**VRAI** après j 14 le maillage se resserre et bloque les spermatozoïdes.

- B. Le mucus cervical devient imperméable grâce à la sécrétion d'œstradiol par le corps jaune.

**FAUX** le mucus devient imperméable grâce à la sécrétion de progestérone par le corps jaune.

- C. Le vagin et le canal cervical sont les deux zones de stockage des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines.

**FAUX** les cryptes cervicales (canal cervical) et la jonction utéro tubaire servent de réservoir.

- D. Le mouvement hyperactivé des spermatozoïdes est nécessaire pour franchir le canal cervical.

**FAUX** les spermatozoïdes doivent être mobiles pas hyperactifs.

- E. Environ 1% des spermatozoïdes franchissent le canal cervical.

**VRAI**

**Question 86 – Concernant la capacitation du spermatozoïde et ses conséquences: ACDE**

- A. Les spermatozoïdes acquièrent leur pouvoir fécondant dans l'épididyme des testicules.  
**VRAI** ils acquièrent le pouvoir fécondant dans les voies génitales masculines, ce pouvoir est ensuite masqué puis révélé dans les voies génitales féminines.
- B. On observe facilement la capacitation au microscope électronique.  
**FAUX** non visible au microscope électronique.
- C. Lors de la capacitation, la membrane du spermatozoïde devient plus fluide grâce à l'élimination du cholestérol.  
**VRAI** c'est la déstabilisation de la membrane.
- D. In vitro, la présence d'albumine est nécessaire à la capacitation.  
**VRAI**
- E. La réaction acrosomique n'est pas indispensable à la traversée du cumulus oophorus.  
**VRAI** c'est uniquement grâce à leur mouvement hyperactivé que les spermatozoïdes traversent le cumulus oophorus.

**Question 87 – L'interaction gamétique: B**

- A. La liaison à ZP1 permet l'adhésion du spermatozoïde à la zone pellucide.  
**FAUX** c'est la liaison à ZP3 qui permet l'adhésion.
- B. Dans la ZP3, la partie glucidique est spécifique de l'espèce et permet d'éviter les croisements entre espèce.  
**VRAI**
- C. Lors de la traversée de la zone pellucide, le mouvement hyperactif a peu d'importance.  
**FAUX** la traversée de la zone pellucide se fait surtout grâce au mouvement hyperactivé, et un peu grâce à l'acrosine.
- D. La membrane externe de l'acrosome reste présente au niveau de la cape post acrosomique.  
**FAUX** c'est la membrane plasmique qui ne restant présente qu'au niveau de la cape post acrosomique.
- E. Lors de la fusion des membranes des gamètes, l'intégrine de la membrane ovocytaire se lie à la disintégrine (sous-unité  $\beta$ ) localisée au niveau de la membrane interne de l'acrosome.  
**FAUX** la disintégrine est localisée au niveau de la cape post acrosomique.

**Question 88 – L'activation de l'œuf et sa première division: ADE**

- A. Les pulses calciques sont déclenchés par la phospholipase zêta apportée par le spermatozoïde.  
**VRAI** il y a reprise de méiose après les premières oscillations calciques.
- B. Il y a reprise de la méiose dès la première oscillation calcique.  
**FAUX**

- C. L'amphimixie se déroule sous contrôle du centriole distal du spermatozoïde.  
**FAUX** sous contrôle du centriole proximal du spermatozoïde.
- D. Un homme atteint d'une maladie mitochondriale ne pourra pas la transmettre à ses enfants.  
**VRAI** car les mitochondries du spermatozoïde sont détruites après fécondation.
- E. Le remplacement des protamines par des histones d'origine maternelle permet le gonflement du pronucléus mâle.  
**VRAI**

### **Question 89 – Les anomalies: BD**

- A. La trisomie 21 est un exemple de polyploïdie.  
**FAUX** dans le cas d'une polyploïdie chaque paire de chromosomes a plus de 2 chromosomes. Dans le cas de la trisomie 21 on a juste 3 chromosomes 21 et le reste est normal : c'est une aneuploïdie.
- B. Dans le cas d'une digynie, un des globules polaires n'est pas expulsé.  
**VRAI** la digynie est une polyploïdie d'origine maternelle et correspond à la non expulsion d'un des globules polaires.
- C. Une diandrie est une aneuploïdie d'origine paternelle.  
**FAUX** une diandrie est une polyploïdie d'origine paternelle.
- D. Une femme atteinte du syndrome de Turner sera 45,X0.  
**VRAI**
- E. Le développement parthénogénétique conduit à la formation d'un œuf viable.  
**FAUX** conduit à la formation d'un tératome ; l'œuf ne peut pas venir à terme.

### **Question 90 – Interaction gamétique: AE**

- A. Le mucus cervical permet une sélection quantitative et qualitative des spermatozoïdes.  
**VRAI**
- B. La fécondation est possible de J10 à J17 car l'ovocyte a une durée de vie de 72 heures.  
**FAUX** la fécondation est possible de J 10 à J 14.
- C. Les spermatozoïdes sont relargués par vague d'une dizaine dans la cavité utérine.  
**FAUX** ils sont relargués par vague de 10 dans la trompe vers l'ampoule tubaire.
- D. Les spermatozoïdes se dirigent uniquement vers la trompe de l'ovaire qui a ovulé.  
**FAUX** ils se dirigent vers les 2 trompes.
- E. Lorsque le spermatozoïde pénètre dans le cumulus oophorus, l'ovocyte II est encore bloqué en métaphase II.  
**VRAI**

### **Question 91 – l'activation de l'œuf: ABCE**

- A. Elle est déclenchée par la fusion membranaire des gamètes.  
**VRAI**
- B. Elle déclenche l'expulsion du 2ème globule polaire.

**VRAI**

- C. Elle déclenche la fin de méiose environ deux heures après le début des oscillations calciques.

**VRAI**

- D. Elle comprend la formation du pronucléus féminin N<sub>2</sub>C.

**FAUX** pronucleus N,C.

- E. Elle peut être déclenchée in vitro en présence de la phospholipase zêta sans qu'il n'y ait eu de fusion membranaire.

**VRAI**

### Concours Blanc – 2013/2014

#### **Question 92 – Concernant la fécondation : AC**

- A. Seuls les spermatozoïdes capités peuvent traverser la zone pellucide.

**VRAI** car le mouvement hyperactivé permis par la capacitation est indispensable à la traversée de la ZP.

- B. On ne trouve des spermatozoïdes que dans la trompe contenant l'ovocyte.

**FAUX** l'ovocyte n'émet aucune substance permettant d'attirer les spz.

- C. L'expulsion du complexe cumulo-ovocyttaire dans la trompe a lieu environ 38h après le début du pic gonadotrope.

**VRAI**

- D. De la périphérie vers le centre, on trouve autour du spermatozoïde : la membrane acrosomique externe, la membrane plasmique, la membrane acrosomique interne et l'enveloppe nucléaire.

**FAUX** dans l'ordre (de la périphérie vers le centre) : membrane plasmique, membrane acrosomique externe, membrane acrosomique interne et enveloppe nucléaire.

- E. Les rameaux glucidiques de ZP3 se lient aux récepteurs membranaires de la tête du spermatozoïde et sont très conservés au cours de l'évolution.

**FAUX** c'est la partie protéique qui est très conservée.

#### **Question 93 – Concernant l'activation de l'œuf : ABDE**

- A. Elle est déclenchée par la fusion membranaire des gamètes.

**VRAI**

- B. Elle provoque la destruction des mitochondries du spermatozoïde.

**VRAI** c'est pour cela que la transmission du génome mitochondrial est uniquement maternelle.

- C. Elle est déclenchée par l'inositol 3P apporté par le spermatozoïde.

**FAUX** le spz apporte une phospholipase zêta qui permettra la synthèse d'inositol triP dans l'ovocyte.

- D. Elle permet l'achèvement de la méiose féminine.

**VRAI** le 2<sup>ème</sup> globule polaire est alors expulsé.

- E. Il y a un risque de polyploidie si la réaction corticale est trop lente.

**VRAI** elle permet l'imperméabilisation de la zone pellucide pour éviter la fusion de plusieurs spz.

**Épreuve majeure n°2 – 2013/2014**

**Question 94 – Concernant la fécondation : BCE**

A. Après l'ovulation, l'œstradiol inhibe la perméabilité du mucus cervical en resserrant les travées de glycoprotéines.

**FAUX** c'est le rôle de la progestérone.

B. La présence de deux réservoirs (canal cervical et jonction utéro-tubaire) permet de libérer les spermatozoïdes par vagues.

**VRAI**

C. L'expression du mouvement hyperactivé est nécessaire pour passer la jonction utéro-tubaire.

**VRAI**

D. La capacitation, état physiologique invisible au microscope électronique, permet un enrichissement en cholestérol de la membrane du spermatozoïde.

**FAUX** le cholestérol est éliminé par les enzymes des sécrétions utéro-tubaires lors de la capacitation.

E. L'action enzymatique de l'acrosine n'est pas indispensable à la traversée de la zone pellucide.

**VRAI** le mouvement hyperactivé a une plus grande utilité que les enzymes acrosomiques lors de la traversée de la ZP.

**Épreuve majeure n°1 – 2013/2014**

**Question 95 - Concernant la folliculogénèse et la fécondation : AE**

A. La zone pellucide apparaît dès le stade de follicule préantral en même temps que la thèque interne.

**VRAI**

B. Le follicule de De Graaf possède une couronne pluricellulaire appelée cumulus oophorus dont la couche la plus externe au contact de la zone pellucide est la corona radiata.

**FAUX** la corona radiata est la couche la plus INTERNE au contact de la zone pellucide. Le reste de la phrase est juste.

C. Il faut environ 1 mois pour passer du stade préantral au stade pré ovulatoire.

**FAUX** Il faut environ 3 cycles, donc environ 58 jours.

D. Les granules corticaux en s'accumulant permettent d'empêcher la polyspermie.

**FAUX** c'est bien l'exocytose des granules corticaux, l'accumulation a lieu au moment de la maturation cytoplasmique pendant l'ovulation (erreur bête de formulation, nous sommes désolées !!)

E. La formation des pronuclei est un événement tardif de l'activation de l'œuf.

**VRAI**

**Question 96 - Concernant la migration et la préparation des spermatozoïdes : C**

A. L'hyperactivation leur permet de franchir le canal cervical.

**FAUX** leur mobilité naturelle est suffisante pour franchir le canal cervical, le mouvement hyperactivé est nécessaire pour s'extirper de la jonction utéro tubaire et traverser la zone pellucide.

B. Leur capacitation est irréversible.

**FAUX** elle est réversible.

C. Les sécrétions utéro-tubaires permettent entre autres l'élimination des molécules stabilisatrices de membrane.

**VRAI**

D. Pour environ 300 millions de spermatozoïdes inséminés, seul 1% entre dans la trompe.

**FAUX** 1% franchissent le canal cervical et quelques dizaines entrent dans la trompe.

E. La décapacitation dans l'épididyme permet la réaction acrosomique.

**FAUX** elle évite une réaction spontanée des acrosomes.

### **Question 97 - Concernant l'interaction gamétique : B**

A. La matrice hyaluronique est digérée grâce aux enzymes de l'acrosome.

**FAUX** les spermatozoïdes sont trop peu nombreux pour la digérer.

B. Le cumulus oophorus n'est pas considéré comme un réel obstacle pour les spermatozoïdes.

**VRAI**

C. La partie glucidique de ZP1 est spécifique d'une espèce afin d'éviter les fécondations inter-espèces.

**FAUX** c'est la partie glucidique de ZP3 qui est spécifique tandis que ZP1 n'est que le « barreau d'échelle ». *Petit rappel* : la partie glucidique de ZP3 est spécifique, alors que la partie protéique est conservée d'une espèce à l'autre.

D. La fusion des membranes acrosomiques interne et externe permet la libération des enzymes de l'acrosome autour de la tête du spermatozoïde.

**FAUX** la fusion se fait entre la membrane plasmique et la membrane acrosomique externe

E. La fusion gamétique est due à l'action d'un peptide de fusion ovocytaire.

**FAUX** le peptide de fusion provient du spermatozoïde.

### **Question 98 – Concernant l'activation de l'œuf : ABCE**

A. Juste après la fusion, la zone pellucide s'imperméabilise grâce à la réaction corticale.

**VRAI** cela permet d'empêcher la fusion de plusieurs spermatozoïdes à la fois avec l'ovocyte.

B. Le pronucléus mâle est formé par décondensation de la chromatine.

**VRAI** seulement le pronucléus mâle, grâce au remplacement des protamines par des histones d'origine ovocytaire.

C. Dans le spermatozoïde, les mitochondries et le flagelle sont détruits, tandis que le centriole proximal évolue en spermaster.

**VRAI**

D. Elle provoque des oscillations calciques issues du REL ovocytaire.

**FAUX** l'activation de l'œuf est la **conséquence** des oscillations calciques.

E. La libération de la phospholipase zêta du spermatozoïde permet la synthèse d'inositol-triphosphate.

**VRAI**

**Question 99 - Concernant la formation du zygote : AD**

- A. Le centriole proximal du spermatozoïde forme un centrosome permettant l'accolement des pronoyaux.

**VRAI** c'est le centriole proximal.

- B. L'amphimixie correspond à la réunion des génomes masculin et féminin.

**FAUX** c'est la définition de la syngamie ; l'amphimixie correspond à un accolement sans fusion !

- C. Le pronoyau masculin subit une phase S de réplication et une mitose distincte de celles du pronoyau féminin.

**FAUX** la mitose est commune aux 2 pronoyaux pour permettre la formation de 2 blastomères identiques.

- D. Chez les mammifères, l'action de l'acrosine n'est pas indispensable à la traversée de la zone pellucide.

**VRAI** La traversée de la zone pellucide est quand même possible sans l'action de l'acrosine, mais cette traversée sera plus longue.

- E. La 1ère division de l'œuf a lieu 20h après la rencontre des gamètes.

**FAUX** elle a lieu au bout de 24h, et le stade 2 blastomères est visible après 25-30h.

**Question 100 - Concernant les anomalies de la fécondation : BCE**

- A. Le syndrome de Klinefelter est une triploïdie.

**FAUX**

- B. Le syndrome de Klinefelter correspond à une aneuploïdie par excès de chromosomes.

**VRAI** le Syndrome de Klinefelter est de formule chromosomique : 47,XXY.

- C. Le syndrome de Turner correspond à une aneuploïdie par déficit de chromosomes.

**VRAI**

- D. La digynie provoque une hypertrophie de l'embryon.

**FAUX** attention à la distinction digynie/gynogénote ! Un embryon gynogénote est issu de 2 ovocytes ce qui provoque une hypertrophie, tandis que la digynie est une triploïdie.

- E. Le développement parthénogénétique correspond à l'activation spontanée de l'ovocyte, et n'aboutit jamais à des enfants viables.

**VRAI**

**Concours Blanc – 2012/2013**

**Question 101 – Fécondation : ACE**

- A. L'imprégnation hormonale contrôle les propriétés du mucus cervical. On a notamment l'augmentation du taux de progestérone qui entraîne le rétrécissement des mailles : le mucus devient alors imperméable aux spermatozoïdes.

**VRAI**

- B. Le spermatozoïde présente une durée de vie plus courte que l'ovocyte excepté lorsqu'il est stocké dans les cryptes cervicales.

**FAUX** Le spermatozoïde peut survivre plusieurs jours notamment dans les cryptes cervicales alors que la durée de vie de l'ovocyte est de 24h après ovulation.

- C. Le spermatozoïde utilise son mouvement hyperactivé uniquement pour traverser la jonction utéro-tubaire et la zone pellucide (ZP).

**VRAI**

- D. Seul un spermatozoïde décapacité peut atteindre l'ovocyte activé au niveau de l'ampoule tubaire.

**FAUX** Il s'agit d'un spermatozoïde capacité. En effet, la capacitation permet le démasquage du pouvoir fécondant du spermatozoïde. Ainsi, il pourra avoir une mobilité accrue lui permettant d'atteindre l'ampoule mais aussi la révélation de ses protéines de surface, lui permettant de traverser la zone pellucide.

- E. La majorité des spermatozoïdes de l'éjaculat n'atteindra pas la cavité utérine.

**VRAI**

### **Question 102 – L'histoire de leur rencontre BE**

- A. La fusion gamétique ne peut s'effectuer qu'au niveau d'une région bien précise de la membrane ovocytaire.

**FAUX** Le spermatozoïde peut pénétrer l'ovocyte à n'importe quel endroit de la membrane ovocytaire.

- B. Pour la traversée de la ZP, le mouvement hyperactivé du spermatozoïde est plus important que l'action des enzymes contenues dans l'acrosome.

**VRAI** Encore une fois, les enzymes acrosomales ne sont pas indispensables à la traversée de la zone pellucide !

- C. Le contact entre ZP2 et le spermatozoïde déclenche la réaction acrosomique.

**FAUX** Il s'agit du contact entre ZP3 et le spermatozoïde. Suite à la réaction acrosomique, les récepteurs à ZP2 seront alors exposés.

- D. Les GEU s'expliquent par le fait que l'interaction gamétique a lieu en dehors de l'ampoule tubaire.

**FAUX** L'interaction gamétique a bien lieu dans l'ampoule tubaire mais la migration de l'œuf ne se fait pas (GEU tubaire) ou dans le mauvais sens (GEU péritonéale) par exemple.

- E. La migration des pronucléi est sous le contrôle d'un centrosome d'origine paternel.

**VRAI** Le centrosome se forme par le dédoublement du centriole proximal.

### **Question 103 – Activation de l'œuf BDE**

- A. L'activation de l'œuf est due à la synthèse de phospholipase zêta s'activant sous l'effet de l'inositol triphosphate.

**FAUX** En réalité, c'est l'inositol triphosphate qui se fixe sur le REL via des récepteurs spécifiques. La phospholipase zêta est portée par la membrane du spermatozoïde et va être à l'origine de la synthèse d'inositol triphosphate.

- B. L'activation de l'œuf est due, sur le plan moléculaire, aux pulses de calcium. Celui-ci est issu du REL de l'ovocyte.

**VRAI**

- C. La 1<sup>e</sup> conséquence de la fusion gamétique est la libération du 2<sup>e</sup> globule polaire.

**FAUX** La conséquence première est la réaction corticale (exocytose des granules corticaux) !!

- D. L'expulsion des granules corticaux empêche la dispermie en imperméabilisant la ZP.

**VRAI**

- E. L'activation de l'œuf peut se déclencher sans intervention du spermatozoïde : cela correspond au développement parthénogénétique.

**VRAI**

#### **Question 104– Gènes et ses environs : ABC**

- A. Au stade 32 cellules, l'embryon contient exhaustivement des jonctions d'adhésion, des jonctions GAP et des jonctions étanches.

**VRAI**

- B. La différenciation cellulaire à partir du stade morula se caractérise par le fait que les cellules périphériques se polarisent.

**VRAI**

- C. Les zygotes gynogénètes et androgénètes ont permis la mise en place du concept d'« empreinte parentale ».

**VRAI**

- D. La mutation d'un gène « soumis à empreinte » n'a de graves conséquences que s'il touche un gène d'origine maternel.

**FAUX** Les gènes soumis à empreinte, quel que soit leur origine, ont une très grande importance. Leur mutation est à l'origine de nombreuses pathologies comme le Syndrome d'Angelman.

- E. Un œuf est dit androgénète lorsque son génotype est [46 ; YY].

**FAUX** Il est dit androgénète car il comprend 2 pronoyaux mâles mais c'est tout. Il peut aussi être [46 ; XY].

**Épreuve majeure n°2 – 2012/2013**

#### **Question 105 - Fécondation in vitro et ICSI : BE**

- A. Dans la FIV, les spermatozoïdes utilisés sont directement inséminés dans le milieu ovocytaire

**FAUX** Avant, il y a une sélection des spermatozoïdes sur gradient de densité et incubation dans un milieu capacitant.

- B. La plupart du temps, l'embryon est transféré à partir du stade 4/8 cellules.

**VRAI**

- C. L'étape de décoronisation précède le stade « 2 pronucléi ». Elle permet le développement du zygote.

**FAUX** Non elle se fait un jour après la ponction ovarienne et permet d'observer s'il y a eu fécondation ou non.

- D. Comme dans la FIV, la technique d'ICSI consiste à l'injection d'un spermatozoïde directement dans l'ovocyte.

**FAUX** En FIV, il y a des milliers de spermatozoïdes dans le milieu environnant l'ovocyte !

- E. L'observation d'un complexe cumulo-ovocytaire se fait à la loupe binoculaire. La distinction entre un cumulus mature et non mature est bien nette.

**VRAI**

### Épreuve majeure n°1 – 2012/2013

#### **Question 106 - Sélection des spermatozoïdes : AD**

- A. Le canal cervical est la première barrière que rencontrent les spermatozoïdes.

**VRAI**

- B. La sélection des spermatozoïdes, dans le canal cervical, se fait uniquement de manière quantitative.

**FAUX** La sélection est aussi qualitative

- C. Le vagin, étant un milieu hostile, dès lors qu'un spermatozoïde se trouve coincer dans une crypte cervicale, il n'a plus aucune chance de survie.

**FAUX** Cf item D. Il faut retenir que les cryptes protègent les spermatozoïdes des sécrétions acides.

- D. Non, au contraire, les cryptes permettent la survie des spermatozoïdes et c'est ce qui explique qu'une femme peut tomber enceinte si elle a eu un rapport quelques jours avant son ovulation.

**VRAI**

- E. Seuls 10% des spermatozoïdes réussissent à atteindre la cavité utérine.

**FAUX** Environ 1% des spermatozoïdes franchissent le canal grâce à leur mobilité

#### **Question 107 - Capacitation/Décapacitation : BC**

- A. La décapacitation du spermatozoïde, permettant la libération de son pouvoir fécondant, se fait dans les voies génitales féminines.

**FAUX** C'est l'inverse. Ceci est la définition de la capacitation.

- B. Les spermatozoïdes vont acquérir leur pouvoir fécondant mais ce dernier est masqué par des molécules qui vont s'adsorber sur la membrane des spermatozoïdes dans l'épididyme.

**VRAI** Cf cours

- C. La capacitation comprend 3 étapes :  
- Élimination du plasma séminal,

- Elimination des molécules adsorbées
- Fluidification et déstabilisation de la membrane par élimination du cholestérol

**VRAI**

D. La capacitation est visualisable au ME mais pas au MO.

**FAUX** On ne peut pas différencier un spermatozoïde capacité d'un spermatozoïde décapacité

E. Un spermatozoïde non décapacité ne permet pas la réalisation de la réaction acrosomique.

**FAUX** Un spermatozoïde non capacité.

### **Question 108 - Interaction gamétique (5/0) : C**

L'interaction du spermatozoïde avec la ZP comporte les étapes suivantes :

- 1 - Déclenchement réaction acrosomique (RA)
- 2- Liaison à ZP2
- 3- Liaison à ZP3
- 4- Fusion de la membrane plasmique et de la membrane acrosomique externe
- 5- Traversée de la ZP grâce à l'action combinée des enzymes acrosomiques et du mouvement hyperactivé

Petite précision : le déclenchement de la réaction acrosomique se traduit par la fusion de la membrane plasmique avec la membrane acrosomique externe.

A. 2 1 3 4 5

**FAUX**

B. 2 3 1 4 5

**FAUX**

C. 3 1 4 2 5

**VRAI**

D. 3 2 1 4 5

**FAUX**

E. 3 2 1 4 5

**FAUX**

### **Question 109 - Activation de l'œuf : AC**

A. L'activation est la conséquence physiologique de la fusion gamétique. Elle se traduit immédiatement par la réaction corticale imperméabilisant la ZP.

**VRAI**

B. A l'échelle cellulaire, l'activation est la conséquence de l'apparition d'oscillations calciques.

**FAUX** Tout ceci est la réalité mais ces événements ne se passent pas à l'échelle cellulaire mais moléculaire.

C. La réaction corticale correspond exhaustivement à l'exocytose des granules corticaux.

**VRAI**

D. La formation du pronoyau mâle débute plusieurs heures après le début des oscillations calciques. Elle comprend le remplacement des histones par des protamines d'origine ovocytaire, ce qui entraîne la décondensation de la chromatine.

**FAUX** Ce sont les protamines qui sont remplacées par des histones d'origine maternelle. La disparition des protamines permet d'avoir cette décondensation. Les pronoyaux mâle et femelle sont donc quasi de même taille.

- E. L'activation de l'œuf est à l'origine de la transmission mendélienne de l'ADN mitochondrial. En effet, lors de son entrée dans l'ovocyte, le spz est attaqué par des enzymes ovocytaires qui détruisent les structures flagellaires ainsi que les mitochondries paternelles.

**FAUX** La transmission est **non mendélienne**. Le reste de l'item est juste !

### **Question 110 – Amphimixie & Première division de l'œuf : ABCDE**

- A. L'amphimixie correspond à l'accolement des 2 pronucléi et non à leur fusion.

**VRAI**

- B. Les 2 pronucléi entreprennent une migration au centre de l'œuf l'un vers l'autre. Leur migration est contrôlée par le centriole proximal du spermatozoïde.

**VRAI**

- C. La syngamie évoque la réunion des génomes paternels & maternels.

**VRAI**

- D. Pendant que les pronucléi migrent, ceux-ci subissent une phase S de répllication.

**VRAI**

- E. Grâce à l'amphimixie, on passe d'un stade à 2 pronucléi distincts à un stade à 2 cellules.

**VRAI**

### **Question 111 Anomalies de la fécondation ACE**

- A. Les polyploïdies sont les anomalies de la fécondation les plus fréquentes.

**VRAI**

- B. Parmi les polyploïdies, on retrouve le Syndrome de Down ou Trisomie 21. Cela correspond à un chromosome supplémentaire au niveau de la 21<sup>e</sup> paire de chromosome.

**FAUX** La trisomie 21 est une aneuploïdie car seul un chromosome est en excès au niveau de la 21<sup>e</sup> paire de chromosome.

- C. Le développement parthénogénétique correspond à l'activation spontanée de l'œuf sans l'intervention d'un spermatozoïde. Il peut être provoqué par l'injection pulsée de Ca<sup>2+</sup>.

**VRAI**

- D. La diandrie est une aneuploïdie. Conséquence d'une dispermie, elle correspond à une anomalie chromosomique du gamète male.

**FAUX** Cela n'a rien à voir avec le gamète ! En effet, la dispermie correspond à la fécondation de l'ovocyte par 2 spermatozoïdes en simultanée.

- E. La digynie est une anomalie du gamète d'origine maternelle pouvant être provoquée par la non-expulsion d'un globule polaire.

**VRAI**

